

UNIVERSITÉ DE LIMOGES

FACULTÉ DE PHARMACIE

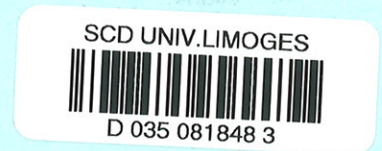


Année 1996

Thèse n° 20811

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE



présentée et soutenue publiquement

le 12 février 1996

par

Carole LACOURARIE

née le 12 septembre 1971 à Limoges (Haute-Vienne)

ÉTUDE ÉCO-ÉTHOLOGIQUE DES POPULATIONS DE
Lymnaea truncatula Müller VIVANT LE LONG DES RIVIÈRES.
LEUR INFESTATION PAR *Fasciola hepatica* Linné.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

Monsieur GHESTEM, Professeur Président
Madame VAREILLE-MOREL, Maître de Conférences Juge
Monsieur BOTINEAU, Maître de Conférences Juge
Monsieur DREYFUSS, Maître de Conférences Juge
Monsieur RONDELAUD, Maître de Conférences-Praticien Hospitalier Juge

UNIVERSITÉ DE LIMOGES



FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 1996

Thèse n° 308

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement

le 12 février 1996

par

Carole LACOURARIE

née le 12 septembre 1971 à Limoges (Haute-Vienne)

ÉTUDE ÉCO-ÉTHOLOGIQUE DES POPULATIONS DE
Lymnaea truncatula Müller VIVANT LE LONG DES RIVIÈRES.
LEUR INFESTATION PAR *Fasciola hepatica* Linné.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

Monsieur GHESTEM, Professeur Président
Madame VAREILLE-MOREL, Maître de Conférences Juge
Monsieur BOTINEAU, Maître de Conférences Juge
Monsieur DREYFUSS, Maître de Conférences Juge
Monsieur RONDELAUD, Maître de Conférences-Praticien Hospitalier Juge



UNIVERSITE DE LIMOGES

FACULTE DE PHARMACIE

DOYEN DE LA FACULTE: Monsieur le Professeur RABY Claude

ASSESEURS: Monsieur le Professeur GHESTEM Axel
Monsieur DREYFUSS Gilles - Maître de Conférences

PROFESSEURS:

BENEYTOUT Jean-Louis	BIOCHIMIE
BERNARD Michel	PHYSIQUE-BIOPHYSIQUE
BOSGIRAUD Claudine	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE PARASITOLOGIE
BROSSARD Claude	PHARMACOTECHNIE
BUXERAUD Jacques	CHIMIE ORGANIQUE CHIMIE THERAPEUTIQUE
CARDOT Philippe	CHIMIE ANALYTIQUE
CHULIA Albert	PHARMACOGNOSIE
CHULIA Dominique	PHARMACOTECHNIE
DELAGE Christiane	CHIMIE GENERALE ET MINERALE
GHESTEM Axel	BOTANIQUE ET CRYPTOLOGAMIE
HABRIOUX Gérard	BIOCHIMIE FONDAMENTALE
LACHATRE Gérard	TOXICOLOGIE
MOESCH Christian	HYGIENE
OUDART Nicole	PHARMACODYNAMIE
RABY Claude	PHARMACIE CHIMIQUE ET CHIMIE ORGANIQUE

SECRETAIRE GENERAL DE LA FACULTE - CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS

POMMARET Maryse

A notre Président de Thèse

Monsieur le Professeur A. GHESTEM,
Service de Botanique et Cryptogamie,
Faculté de Pharmacie,

*Nous sommes très sensible à l'honneur
que vous nous avez fait en acceptant
de présider ce Jury de soutenance.*

*Nous vous sommes très redevable
pour la formation que vous nous avez
dispensée au cours de nos études.*

*Veillez accepter l'expression
de notre profond respect.*



A notre Directeur de Thèse,

Monsieur le Dr. G. DREYFUSS,
Maître de Conférences,

Service de Parasitologie,
Faculté de Pharmacie,

*Nous vous remercions vivement
pour les conseils et les critiques
que vous nous avez fournis tout
au long de ce travail.*

*Nous vous exprimons notre
gratitude respectueuse.*

A nos Juges

Madame le Dr. C. VAREILLE-MOREL,
Maître de Conférences,

Service de Biologie Animale,
Faculté des Sciences de Limoges.

Monsieur le Dr. M. BOTINEAU,
Maître de Conférences,

Service de Botanique et Cryptogamie,
Faculté de Pharmacie de Limoges.

Monsieur le Docteur D. RONDELAUD,
Maître de Conférences-Praticien Hospitalier,

Service d'Histologie,
Faculté de Médecine de Limoges.

*Nous vous sommes très reconnaissante
d'avoir accepté de juger ce travail.*

*Nous vous remercions pour votre
participation à ce Jury de soutenance.*



Nous n'oublierons pas ceux qui nous ont aidé au cours de ce travail:

- Melle ABROUS, Facultés de Médecine et de Pharmacie, Université de Limoges,

*Nous vous sommes très reconnaissante
et nous vous adressons nos remerciements.*

- MM. les Responsables des stations de Météo-France, agences de Châteauroux-Déols
et de Limoges-Bellegarde,

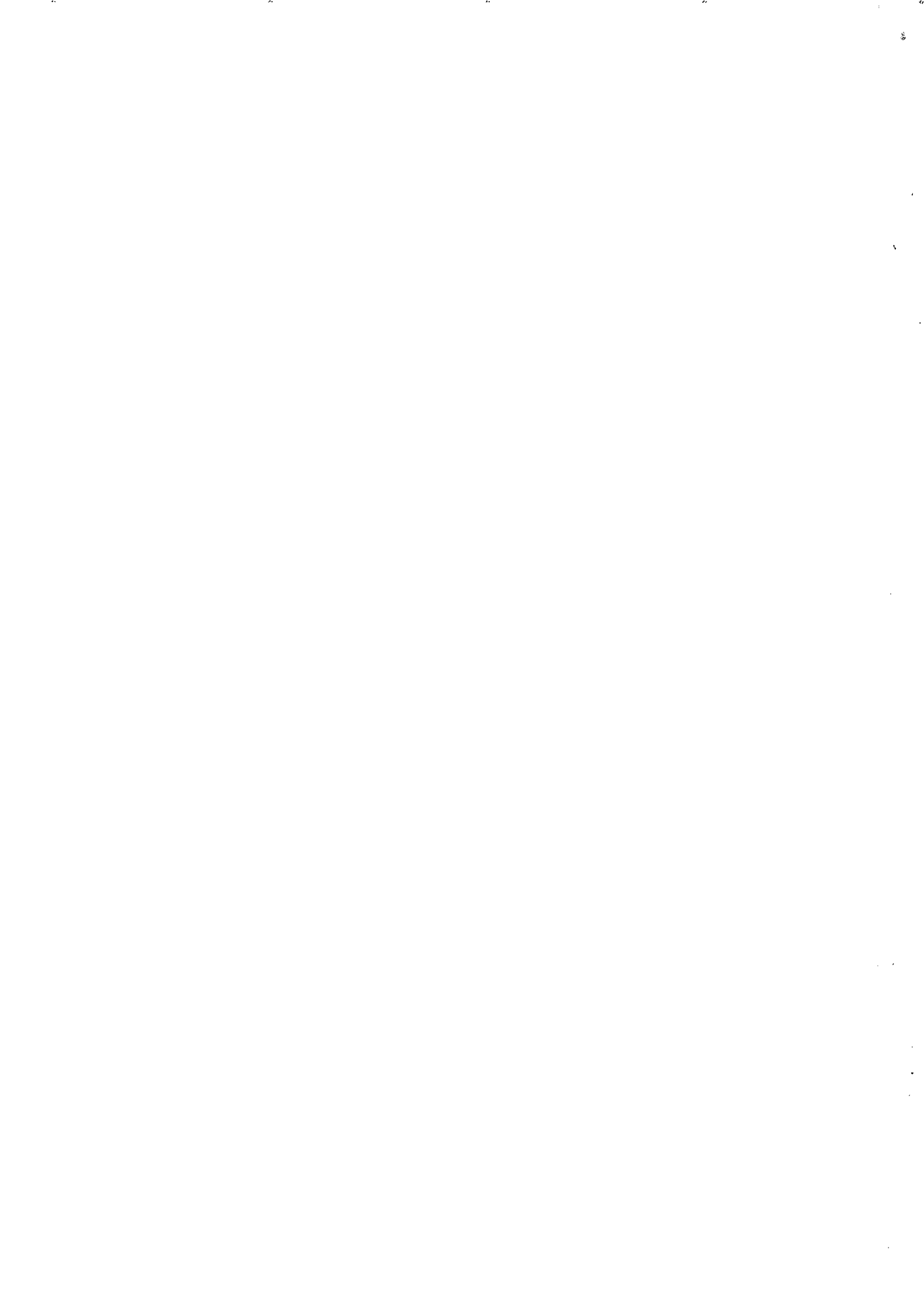
*pour leur accueil et leur aide dans
les données climatologiques locales.*

A ma famille

*pour le soutien qu'elle a su m'apporter
tout au long de mes études,*

A mes amis.

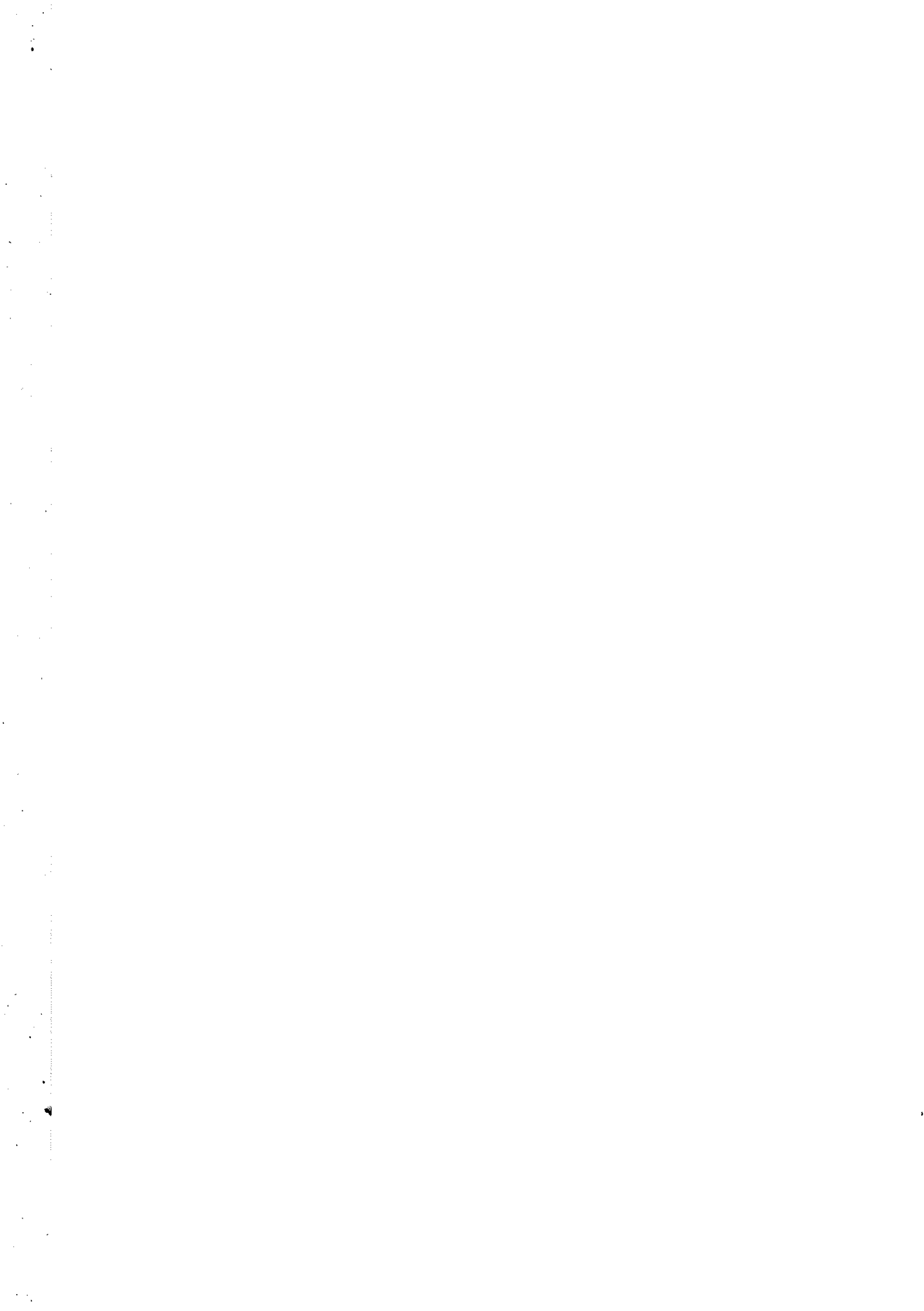




SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE PREMIER: La Limnée tronquée et ses caractéristiques	4
I. - La Limnée tronquée	4
A. Présentation du mollusque	4
B. Répartition géographique	9
C. Quelques données biologiques	11
1. Les générations annuelles	11
2. L'amphibiose de <i>L. truncatula</i>	13
D. Les habitats de l'espèce	15
II. - Son rôle comme hôte intermédiaire	19
A. L'intervention de la limnée dans le cycle de plusieurs Trématodes	19
B. Son action dans la multiplication des formes larvaires	21
1. Cas de <i>Fasciola hepatica</i>	21
2. Cas de <i>Paramphistomum daubneyi</i>	25
C. Les effets du parasite chez le mollusque hôte	27
III. - Les variations dans la sensibilité du mollusque hôte	29
A. L'origine de la limnée	29
B. La souche du parasite	31

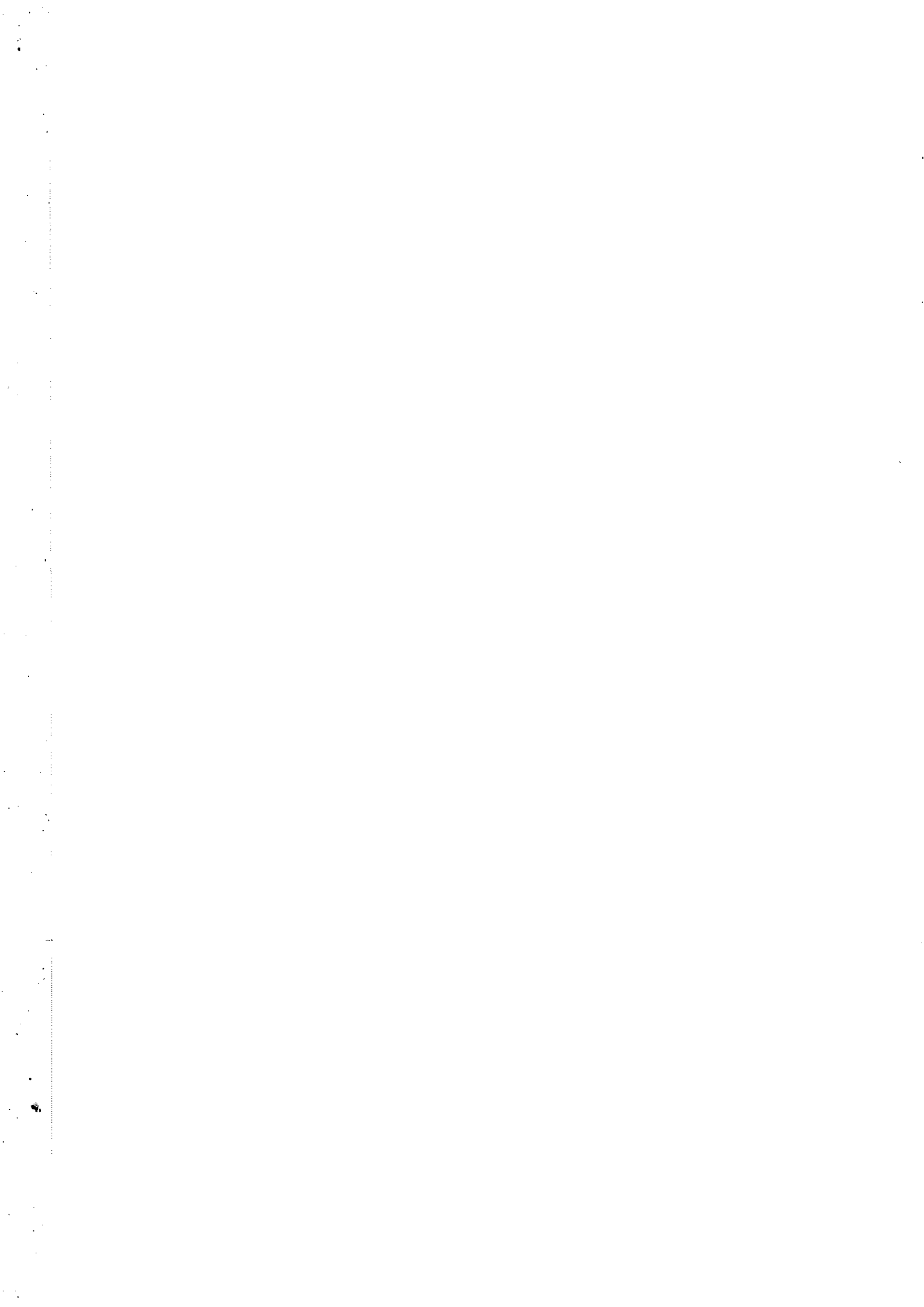
	Pages
C. Les autres facteurs	31
IV. - Les Limnées tronquées de rivière jouent-elles un rôle dans l'infestation fasciolienne ?	34
A. Quelques données biologiques	34
B. Leur rôle comme mollusque hôte	35
V. - Commentaires	35
CHAPITRE DEUXIÈME: Les stations d'étude	38
I. - Description sommaire des deux secteurs d'étude	38
A. Secteur de la Creuse	38
B. Secteur de la Vienne	40
II. - Les trois gîtes à Limnées tronquées	42
A. Station A de Saint-Gaultier (Indre)	42
B. Station B de Saint-Gaultier (Indre)	45
C. Station de Saint-Victurnien (Haute-Vienne)	45
III. - Quelques caractéristiques hydrologiques sur les deux rivières	46
A. La Creuse	46
B. La Vienne	46
IV. - Caractéristiques physiques	49
A. Géologie	49
B. Climatologie	49
V. - La malacofaune associée	50
CHAPITRE TROISIÈME: Matériel et méthodes	51
I. - Matériel biologique	51
A. Mollusques	51
B. Parasite	53
II. - Protocole de l'étude	53
A. Les gîtes de <i>L. truncatula</i>	53
N. L'écologie de <i>L. truncatula</i> sur les berges de rivière	55
C. L'infestation expérimentale de ces limnées	55
III. - Méthodologie	56



	Pages
A. Dénombrement des mollusques et des pontes sur le terrain	56
B. L'exposition aux miracidiums	56
C. L'élevage des mollusques	57
1. En aquariums	57
2. En terrariums	57
IV. - Paramètres utilisés	59
A. Sur le terrain	59
B. Au laboratoire	59
V. - Expression des résultats	60
 CHAPITRE QUATRIÈME: La distribution des Limnées tronquées dans	
les deux secteurs d'étude	61
I. - Localisation des gîtes à limnées	61
A. Secteur de la Creuse	61
B. Secteur de la Vienne	65
II. - L'abondance du mollusque	67
III. - La superficie des gîtes	67
 CHAPITRE CINQUIÈME: Observations écologiques et éthologiques sur les	
Limnées tronquées de rivière	70
I. - Variations du niveau de l'eau	70
II. - Nombre de générations annuelles	73
III. - Croissance de la coquille	75
IV. - Position des mollusques par rapport à la limite de l'eau	77
A. Distance horizontale	77
B. Distance verticale	79
V. - Cas des mollusques en fixation permanente	81
A. Leur pourcentage	81
B. Relations avec le niveau de l'eau au cours des relevés	81
 CHAPITRE SIXIÈME: L'infestation expérimentale de ces limnées	
par <i>F. hepatica</i>	83
I. - Taux de survie et fréquence des mollusques infestés	83

	Pages
II. - Les autres caractéristiques de l'infestation	85
A. Durée de vie	85
B. Hauteur <i>post-mortem</i> des mollusques	87
C. Durées des périodes prépatente et patente	87
D. Nombre de métacercaires	88
III. - Les émissions cercariennes	88
A. Nombre de kystes par limnée et par jour	88
B. Nombre de vagues d'émission	90
IV. - La charge rédienne	90
CHAPITRE SEPTIÈME: Commentaires	92
I. - Synthèse	92
A. La distribution de <i>L. truncatula</i> dans les deux secteurs	92
B. Observations écologiques et éthologiques sur les limnées de rivière	93
C. L'infestation des limnées par <i>F. hepatica</i>	93
II. - Discussion	95
A. Distribution des colonies le long des rivières	95
B. Nombre de générations annuelles	98
C. Relations avec le niveau de l'eau	100
D. L'infestation des mollusques par <i>F. hepatica</i>	101
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES	103
BIBLIOGRAPHIE	106
ANNEXE	115

-oOo-



INTRODUCTION GÉNÉRALE

La Limnée tronquée est un mollusque amphibie qui intervient dans le cycle évolutif de plusieurs Trématodes comme *Fasciola hepatica* Linné ou *Paramphistomum daubneyi* Dinnik (revue d'EUZEBY, 1971). Connue sous le terme de *Lymnaea truncatula* Müller dans la systématique, cette espèce joue le rôle d'un hôte intermédiaire en permettant le développement des formes larvaires. Mais d'autres parasites ou des virus peuvent contaminer ce mollusque: c'est, par exemple, le cas du Trématode *Haplometra cylindracea* (GRABDA-KAZUBSKA, 1970) ou encore celui d'un iridovirus du groupe *lymphocystis* (BARTHE *et al.*, 1984).

Les populations de limnées peuvent vivre dans divers biotopes. TAYLOR (1965) mentionne leur présence dans les prairies marécageuses, le long des cours d'eau, voire dans les ruisseaux de montagne. Les études des auteurs ont surtout porté sur les colonies du mollusque qui vivent dans les prairies (revue d'EUZEBY, 1971). La littérature montre que les axes de recherche sur cette limnée sont multiples, depuis l'écologie et l'éthologie de cette espèce jusqu'à son rôle épidémiologique dans certaines parasitoses en passant par diverses formes de contrôle tant chimique que biologique (TAYLOR, 1965; BORAY, 1969; RONDELAUD, 1981).

En revanche, les populations de rivière n'ont fait l'objet que de quelques travaux sur leur localisation, l'évolution de leurs effectifs et leurs capacités vectorielles. MOUTHON



(1979, 1980) définit la typologie des habitats pour cette limnée par rapport à celle des autres mollusques qui vivent dans les eaux courantes. LAMBERT (1990) précise la dynamique de ces populations et leurs générations annuelles dans un étang de la Bretagne. Des études parasitologiques ont été également effectuées tant sur l'identification des Trématodes que ces limnées contiennent (VALA, 1974) que sur l'infestation de ces mollusques par *F. hepatica* (AUDOUSSET, 1989).

Devant cet état de fait, nous nous sommes demandé si les Limnées tronquées de rivière jouaient un rôle important dans l'épidémiologie de la fasciolose ou de la paramphistomose au niveau du bétail. La réponse à ce problème ne peut se faire qu'en procédant à une étude préliminaire sur l'écologie de ces populations en raison du manque relatif de données. C'est pourquoi nous avons entrepris des recherches sur une période de deux années afin de répondre à la problématique suivante:

- Quelle est la distribution de Limnées tronquées le long de deux rivières tant sur le plan horizontal que sur le plan vertical ?
- Quelle est l'évolution de leurs effectifs dans trois habitats situés sur deux cours d'eau ?
- Ces mollusques peuvent-ils assurer le développement des formes larvaires pour *F. hepatica* ?

Les résultats de ces études sont rapportés dans le présent mémoire de thèse. Ils sont présentés selon le plan suivant:

- Le chapitre premier fournit un certain nombre de rappels sur la Limnée tronquée, sa biologie et son rôle comme hôte intermédiaire. Des données plus spécifiques aux *L. truncatula* de rivière sont présentées dans le dernier paragraphe.
- Le chapitre deuxième regroupe la physiographie des deux cours d'eau que nous avons étudiés au cours de ce travail.
- Le chapitre troisième expose le matériel biologique, le protocole des observations, la méthodologie et les paramètres que nous avons utilisés.
- Le chapitre quatrième résume les observations de terrain sur l'écologie de ces populations.

- Le chapitre cinquième rassemble les données que nous avons obtenues lors de l'infestation expérimentale de ces mollusques dans les conditions du laboratoire.

- Le dernier chapitre est consacré au commentaire de nos résultats par rapport aux éléments de la bibliographie parue sur ce sujet.

Une annexe à la fin de ce travail regroupe des documents iconographiques sur les habitats du mollusque.



LA LIMNÉE TRONQUÉE ET SES CARACTÉRISTIQUES

Dans ce chapitre, nous nous proposons de passer en revue les informations que l'on possède à l'heure actuelle sur la biologie de ce mollusque.

La présentation de cette espèce et son écologie sont regroupées dans le premier paragraphe. Le second est consacré au rôle de la limnée comme hôte intermédiaire dans le cycle évolutif des Trématodes. La troisième subdivision traite des variations dans la sensibilité de la limnée à l'infestation parasitaire. Le quatrième temps détaille les informations de la littérature sur les *L. truncatula* de rivière. Enfin, des commentaires sur ce sujet sont fournis à la fin de ce chapitre.

I. - LA LIMNÉE TRONQUÉE.

A. PRÉSENTATION DU MOLLUSQUE.

Cette limnée occupe une place dans la systématique des espèces animales. Si l'on consulte la revue de GRASSÉ (1968), elle fait partie de:

- Embranchement des Mollusca,
- Classe des Gastropoda,
- Sous-classe des Pulmonata,
- Ordre des Basommatophora,

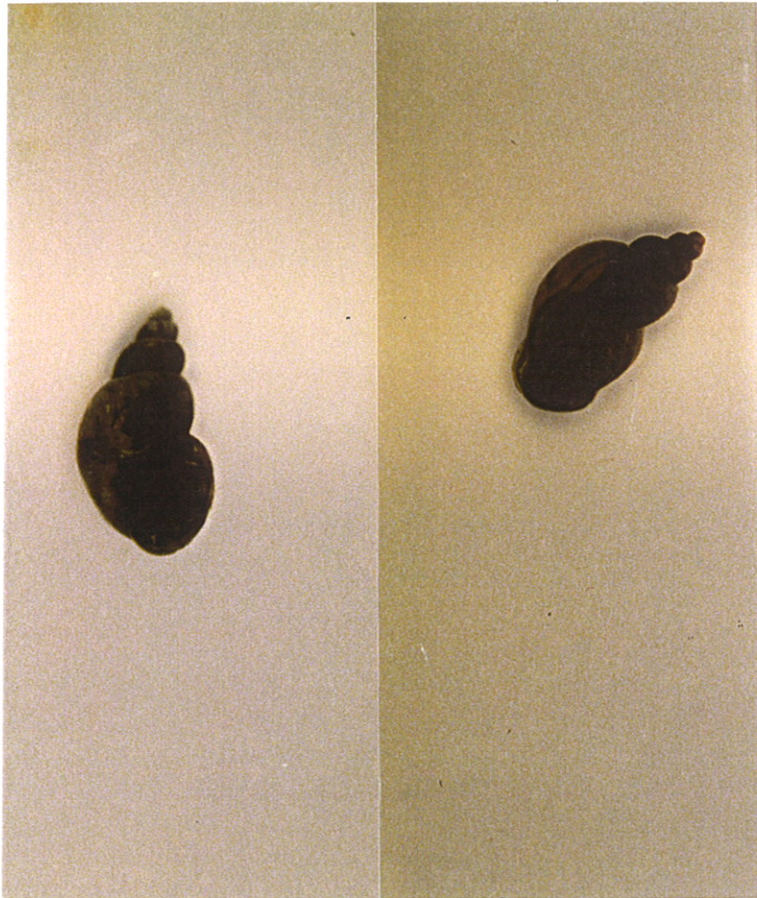


Planche A.

Lymnaea truncatula Müller: vue générale de deux animaux
en train de ramper sur une vitre.

Exemplaires provenant des berges de la Creuse, à Saint-
Gaultier (Indre). Hauteur de la coquille: 8 mm.

Original.

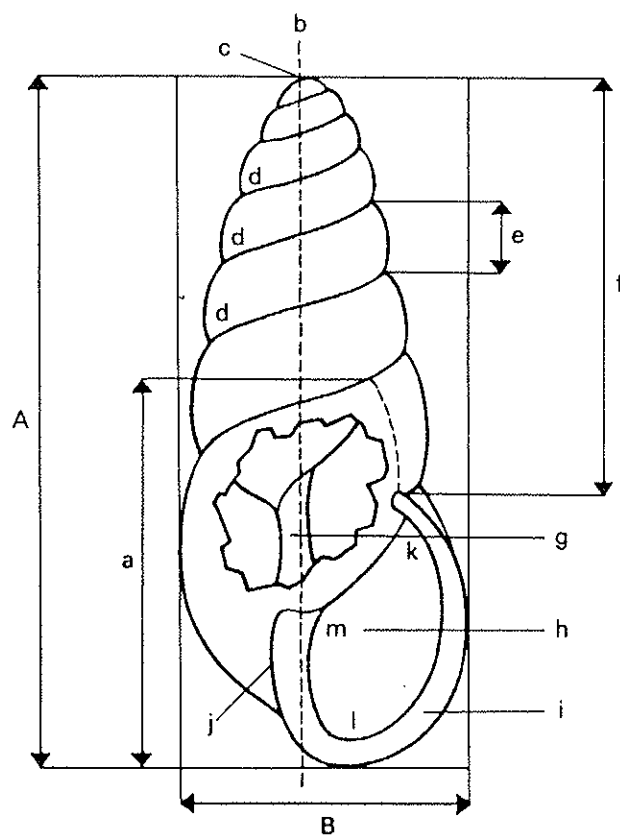


Figure 1.
 Les termes techniques utilisés pour la nomenclature de la coquille
 (d'après KERNEY et CAMERON, 1979; PFLEGER, 1989).

Abréviations:

A (hauteur totale de la coquille). B (largeur du dernier tour). a (hauteur du dernier tour).
 b (axe central de la coquille). c (apex ou sommet). d (suture). e (tour de spire).
 f (spire représentant l'ensemble des tours). g (columelle). h (ouverture). i (péristome). j (ombilic).
 Paroi bordant l'ouverture: k-l (région palatale). m (région columellaire). m-k (région pariétale).

- Famille des *Lymnaeidae*,
- Genre *Lymnaea* (ou *Limnaea* selon les auteurs),
- Espèce *truncatula* Müller 1774.

Une photographie de l'animal vivant est présentée sur la planche A. Un certain nombre de termes techniques sont répertoriés sur la figure 1.

Le test (coquille) de la Limnée tronquée est de forme ovoïde ou oblongue tout en étant légèrement ventrue. La spire est étagée, avec 5 ou 6 tours convexes et décalés si bien qu'EUZEBY (1971) parle de "spire ... disposée en marches d'escalier". MOUKRIM (1991) déclare que les "marches d'escalier" sont caractéristiques de *L. truncatula* et qu'elles évitent toute confusion avec les autres espèces de limnées qui vivent dans l'Europe de l'Ouest. Les sutures entre les tours sont profondes et donc bien marquées. L'ouverture est dextre et sa hauteur est inférieure à la moitié de la hauteur totale de la coquille.

La couleur du test est habituellement fauve ou grisâtre. La coquille est mince et souvent transparente si bien que l'on peut voir habituellement les parasites matures sous cette dernière. Dans certains cas, elle est recouverte d'un enduit noir ou blanchâtre si l'animal vit dans de la vase putride ou sur de la marne. Cette couche peut poser problème lors de la récolte de l'animal dans son milieu naturel et seule, la coloration du pied (habituellement noire) permettra de prélever l'animal avec certitude.

La hauteur totale de la limnée adulte peut atteindre 12 mm dans de bonnes conditions. Mais dans les régions siliceuses, l'espèce ne dépasse pas 8 mm dans la plupart des cas.

Différentes races de *L. truncatula* ont été décrites par les auteurs et parfois même élevées au rang d'espèce (GERMAIN, 1931). C'est le cas de *L. montana* Bourguignat que cet auteur cite dans les Alpes, de *L. Doublieri* (Requiem) Moquin-Tandon ou encore de la variété *subulata* Kickx. Mais HUBENDICK (1951) rassemble toutes ces variétés sous le même nom d'espèce.

Les oeufs sont globuleux et mesurent 0,5 mm de diamètre. Ils sont transparents et sont réunis en masses légèrement ovoïdes mesurant 5 à 6 mm de longueur sur 3,5 à 4 mm de largeur (LAMBERT, 1990). Ces pontes sont fixées aux corps immergés et n'ont pas de cordons capsulaires. Chaque limnée peut pondre de 1.300 à 1.800 oeufs et plus au cours d'une saison de ponte (MOREL-VAREILLE, 1973).

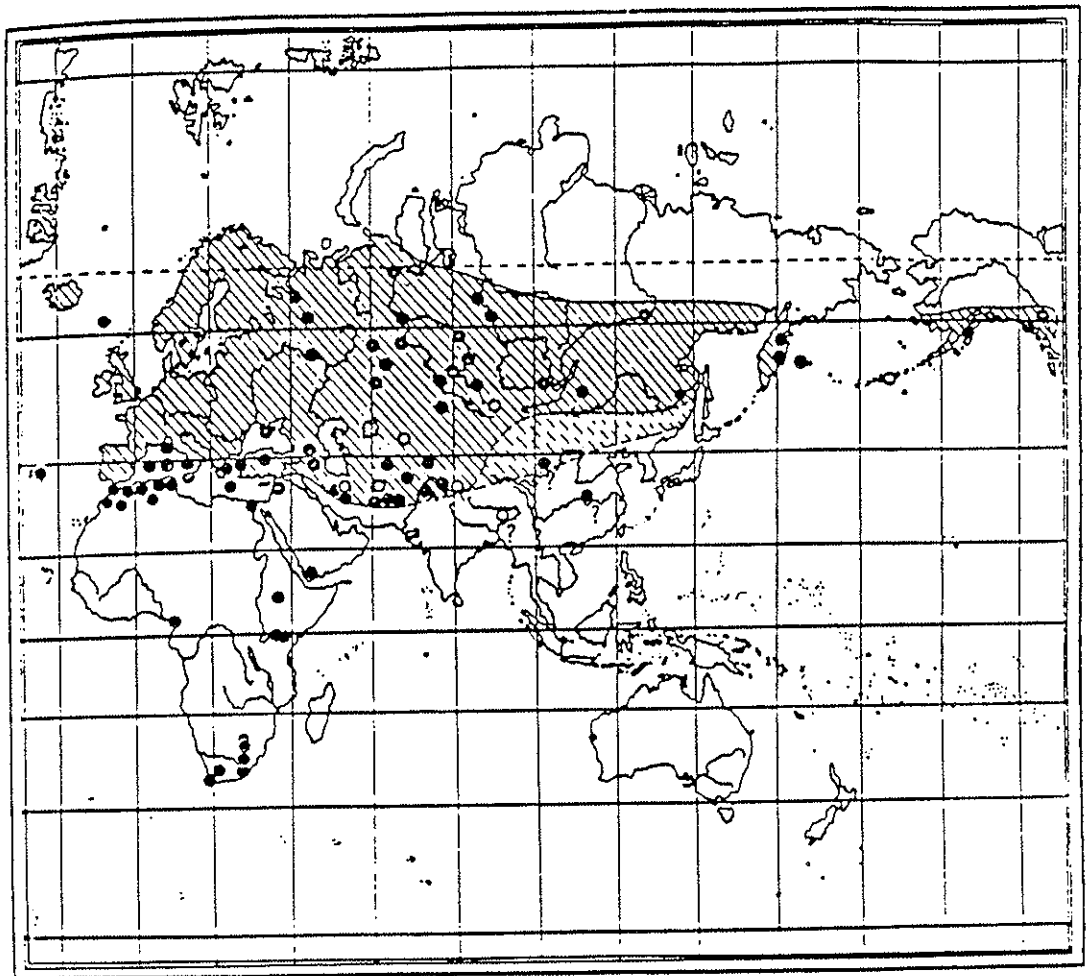


Figure 2.
La distribution de *L. truncatula* dans le monde
(d'après HUBENDICK, 1951).

B. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE.

Les données que nous rapportons dans ce paragraphe proviennent de l'analyse de plusieurs documents: MOUKRIM, 1991; DREYFUSS, 1994; DUPERRON, 1994. Mais tous ces auteurs se sont inspiré de la carte qu'HUBENDICK (1951) fournit pour *L. truncatula* dans sa revue sur les Mollusques *Lymnaeidae*. C'est la raison pour laquelle nous présentons sur la figure 2 la distribution que cet auteur a établie.

L'examen de la littérature nous a cependant permis de colliger d'autres localisations géographiques pour cette espèce. Certaines d'entre elles sont déjà citées dans les documents précités. Notre commentaire tiendra donc compte de la carte et des données plus récentes:

- La Limnée tronquée est présente dans la plupart des pays européens. On la rencontre aussi sur le continent asiatique où son aire s'étend sur une zone médiane jusqu'à la Chine incluse. Par contre, elle est absente du Nord de la Sibérie et des régions tropicales comme l'Inde et les pays voisins.

- Elle a été observée dans le Nord du Maghreb, aussi bien en Algérie (MASSOT et SENOUCI-HORR, 1983) qu'au Maroc (KHALLAAYOUNE, 1989; MOUKRIM et RONDELAUD, 1991) ou en Tunisie (AYADI *et al.*, 1993). Sa présence a été rapportée sur d'autres zones de ce continent comme en Afrique du Sud, au Cameroun, en Éthiopie, au Kenya, en Tanzanie et au Zaïre (BROWN, 1980; OVER, 1982; CHARTIER, 1989). Dans ces régions tropicales, la Limnée tronquée se situe en altitude (par exemple au-dessus de 2.500 m sur les pentes du mont Kenya d'après DINNIK et DINNIK, 1957) tandis que les régions les plus basses sont colonisées par une autre espèce, *L. natalensis*.

- Le mollusque a été signalé sur le continent américain, notamment en Amérique Centrale (SMITH, 1989) comme au Canada et en Alaska (BURCH *et al.*, 1989).

- Par contre, cette espèce est absente de l'Océanie, de l'Amérique du Sud et des territoires polaires.

L. truncatula est largement répartie sur le territoire français dans de nombreux biotopes. Elle est fréquente dans les zones de basse altitude mais semble plus rare dans le Midi. On peut la rencontrer en altitude puisqu'elle a été signalée à 2.200 m dans les Pyrénées-Orientales (COMBES, 1968), à 1.400 m dans le Jura ou jusqu'à 2.600 m dans les Alpes (GERMAIN, 1931). Elle a été aussi signalée en Corse (OVIEDO SALAS, 1992).

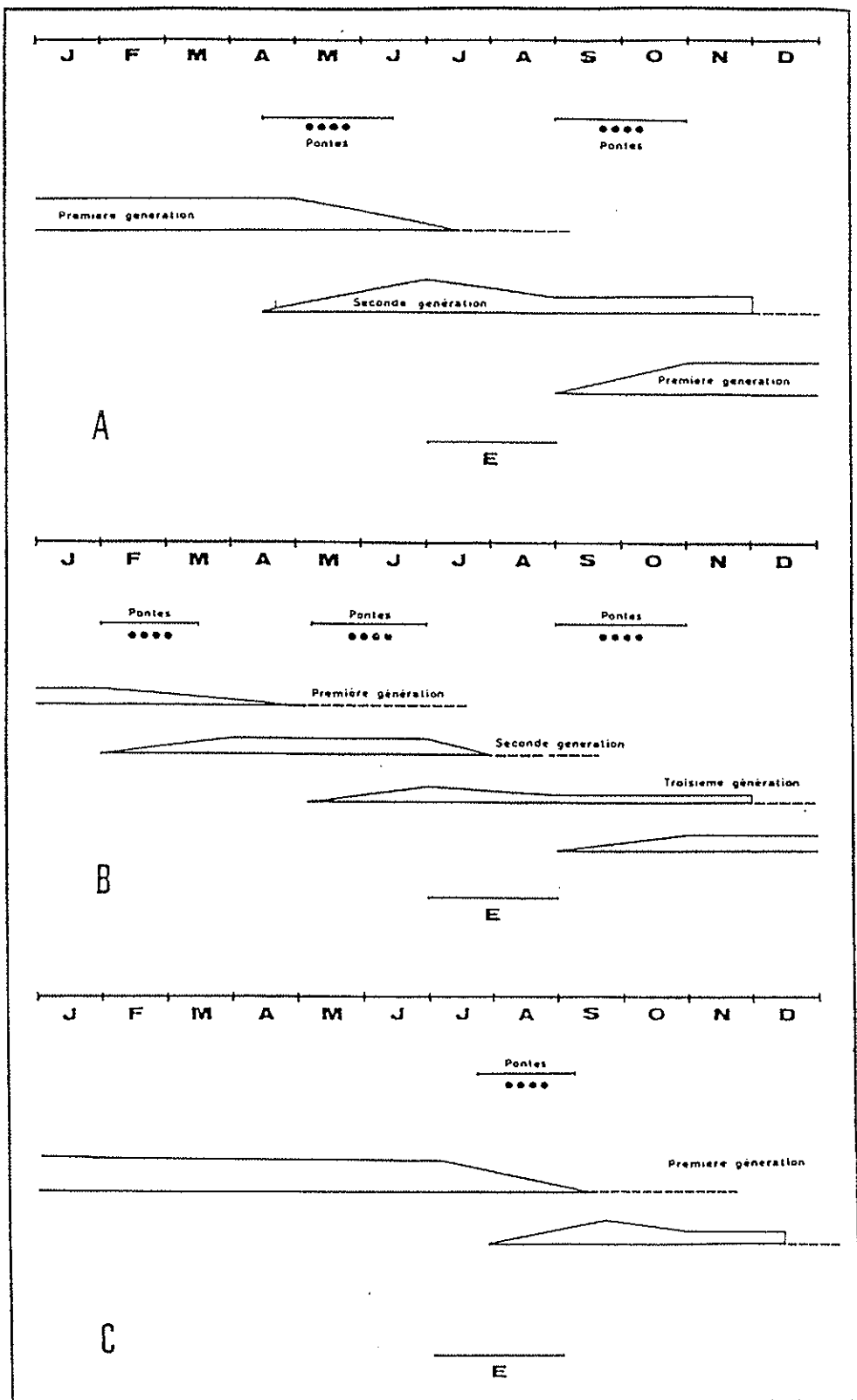


Figure 3.
 Les générations annuelles de *L. truncatula*:
 deux (3 A), trois (3 B) et une seule (3 C).
 (d'après TAYLOR, 1965, modifié par RONDELAUD et MAGE, 1988,
 et complété avec les données de RONDELAUD et MAGE, 1992).
 Abréviation: E (estivation).

C. QUELQUES DONNÉES BIOLOGIQUES.

La plupart des données, que nous rapportons dans ce paragraphe, nous ont été fournies par les auteurs suivants: MEHL, 1932; ROBERTS, 1950; TAYLOR, 1965; KENDALL, 1965; EUZEBY, 1971; RONDELAUD et MAGE, 1988; MOUKRIM, 1991; OVIEDO SALAS, 1992.

1. Les générations annuelles.

Les graphes de la figure 3 permettent de visualiser les trois schémas. Leur examen permet d'établir les commentaires suivants:

- Le type A comporte deux générations par année. La première naît en septembre-octobre et survit aux conditions hivernales: c'est la génération d'hiver que les auteurs qualifient souvent par le terme de limnées transhivernantes. Les survivants pondent de la mi-avril à la mi-juin et disparaissent pour la plupart à partir de mai jusqu'à la mi-juillet. Les pontes de cette première cohorte sont à l'origine de la génération d'été. Les limnées qui naissent en avril-mai ont une abondance maximale en juin mais leur nombre diminue brutalement lors de l'assèchement estival des habitats. Les rescapés pondent en septembre-octobre dès que les habitats sont remis en eau et ils meurent par la suite à partir de la fin novembre. Ce schéma est le plus fréquent.

- Le type B comprend trois générations. Il existe, en effet, une génération supplémentaire qui s'intercale entre les deux déjà exposées. Ce schéma se réalise lors des années très humides, avec un mois de février doux. Les limnées de la génération d'hiver déposent leurs oeufs en février. L'éclosion de ces derniers fournit une génération de printemps qui croît rapidement et pond ses oeufs en mai-début juin. De ces derniers, naissent les individus de la génération d'été.

- Le type C correspond à une seule génération annuelle et ne se rencontre que dans les habitats d'altitude. Les pontes sont déposées à la fin juillet-début août et les descendants supportent peu après les conditions hivernales avec une reprise de l'activité lors du retour de la belle saison, à partir de la mi-juin.

La température du milieu est donc responsable du nombre des générations que l'espèce peut présenter au cours de l'année.

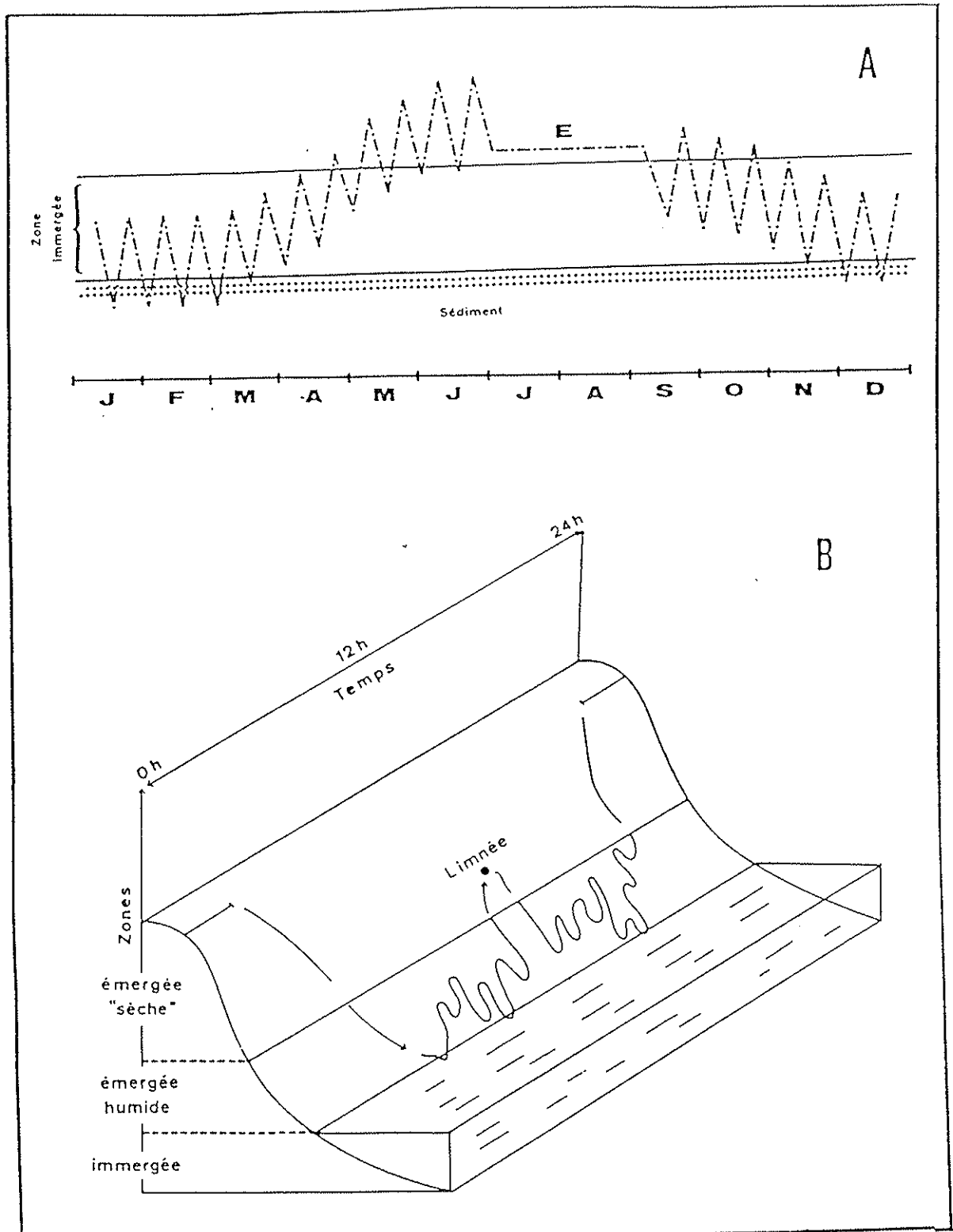


Figure 4.
 L'amphibiose de *L. truncatula*:
 - Variations de l'amphibiose en fonction des saisons: A.
 - Déplacements du mollusque en période de vie active au cours d'une journée: B.
 (d'après RONDELAUD et MAGE, 1988).

La fécondité de l'espèce a été étudiée par MOREL-VAREILLE (1973). Le nombre total des oeufs produits par une limnée est de 1.535 lorsqu'elle est isolée. Par contre, si les mollusques sont en groupes, le nombre des oeufs par limnée est plus important dans les conditions du laboratoire que dans le milieu naturel (1.830 oeufs au lieu de 1.375).

2. L'amphibiose de *L. truncatula*.

Ce processus correspond à la capacité qu'a l'animal de s'immerger ou de s'émerger. La Limnée tronquée est connue depuis longtemps comme l'espèce la plus amphibie dans les pays de l'Europe de l'Ouest (LEUCKART, 1882; THOMAS, 1883).

Cette modalité biologique de *L. truncatula* a surtout été étudiée par les auteurs chez des populations qui vivent dans les prairies marécageuses et assimilées. Par contre, l'amphibiose des colonies sur le bord des rivières est assez mal connue.

C'est la raison pour laquelle nous présentons sur la figure 4 le rythme saisonnier de cette limnée amphibie dans les prairies marécageuses et, également, le rythme journalier au cours de la belle saison (mai-juin):

- Le schéma A correspond au rythme saisonnier de cette espèce sur l'année. De novembre à mars, la limnée se déplace dans la zone immergée et s'enfouit dans le sédiment aux heures les plus froides de la nuit. A partir du mois d'avril, le mollusque effectue des déplacements diurnes dans les zones émergées et ces migrations deviennent de plus en plus importantes en mai et juin. L'animal est complètement émergé au cours des mois d'été et est rétracté dans sa coquille tout en étant fixé sur une plante ou réfugié dans une cache du sol. Lors des premières pluies post-estivales, les limnées reprennent leurs déplacements et fréquentent de plus en plus le milieu immergé jusqu'à l'arrivée de l'hiver.

- Le schéma B montre les migrations verticales sur les diverses zones de l'habitat au cours d'une journée de vie active. On peut remarquer que la limnée vit principalement en zone émergée, dans la bande des deux centimètres qui se situe au-dessus du niveau de l'eau. Les périodes d'immersion sont rares et se produisent au milieu de la journée. Le repos nocturne s'effectue sur une zone plus sèche, située à 4 ou 5 cm au-dessus de la surface de l'eau.

L'estivation permet aux limnées de prairie de supporter l'absence de l'eau. Ce jeûne naturel retentit sur la physiologie du mollusque.

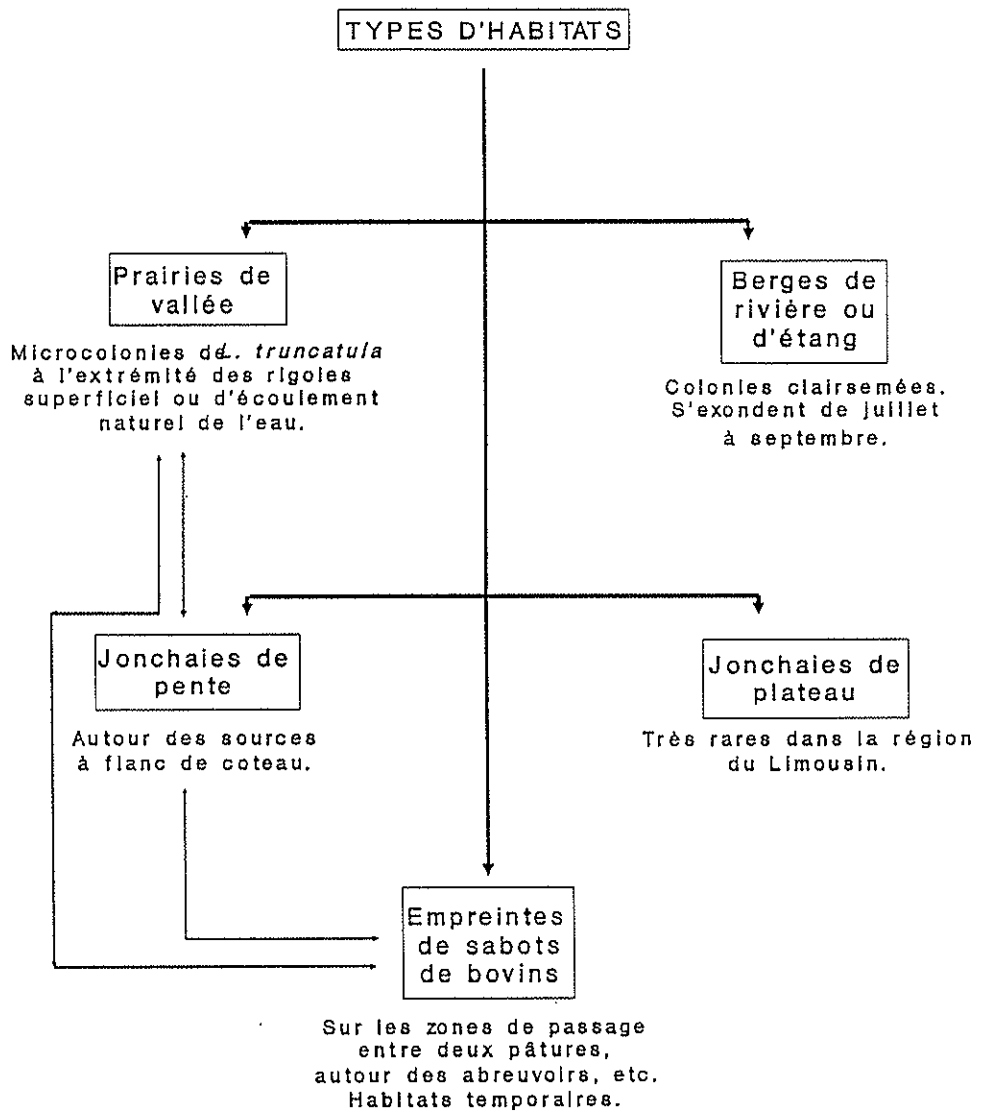


Figure 5.
Organigramme répertoriant les divers gîtes à Limnées tronquées dans les régions sur terrains siliceux.
(d'après RONDELAUD, 1978). Les relations entre ces habitats sont indiquées à l'aide de flèches.

D. LES HABITATS DE L'ESPÈCE.

Plusieurs auteurs ont fourni une liste des gîtes potentiels que l'espèce peut coloniser sur le terrain. Parmi ceux-ci, retenons MEHL (1932) en Allemagne, ROBERTS (1950), KENDALL (1965) et TAYLOR (1965) en Grande-Bretagne, MOENS (1974, 1981, 1991) en Belgique ou RONDELAUD (1978) en France.

La limnée peut coloniser toutes les collections d'eau permanentes ou temporaires. La figure 5 présente les cinq types d'habitats que RONDELAUD (1978) recense dans les régions sur sol siliceux. La lecture de cet organigramme montre:

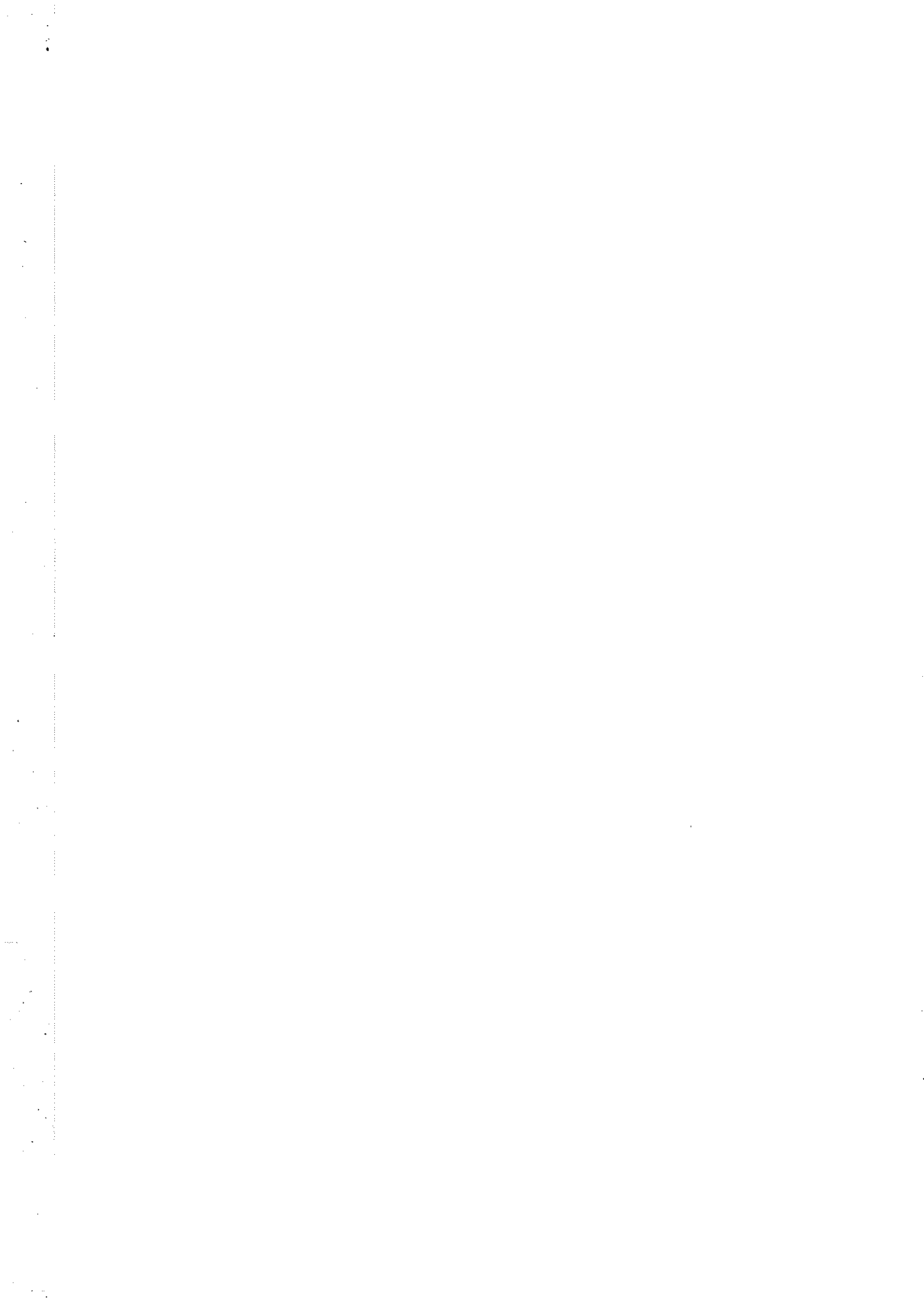
- que le mollusque vit souvent à l'extrémité aveugle des rigoles de drainage superficiel ou dans des jonchaies de pente. Comme les deux types d'habitats sont souvent associés sur la même pâture dans le Limousin, on a donc de nombreuses microcolonies (50 à 100 individus par gîte, en mai-juin) qui n'occupent qu'une superficie limitée de la parcelle.

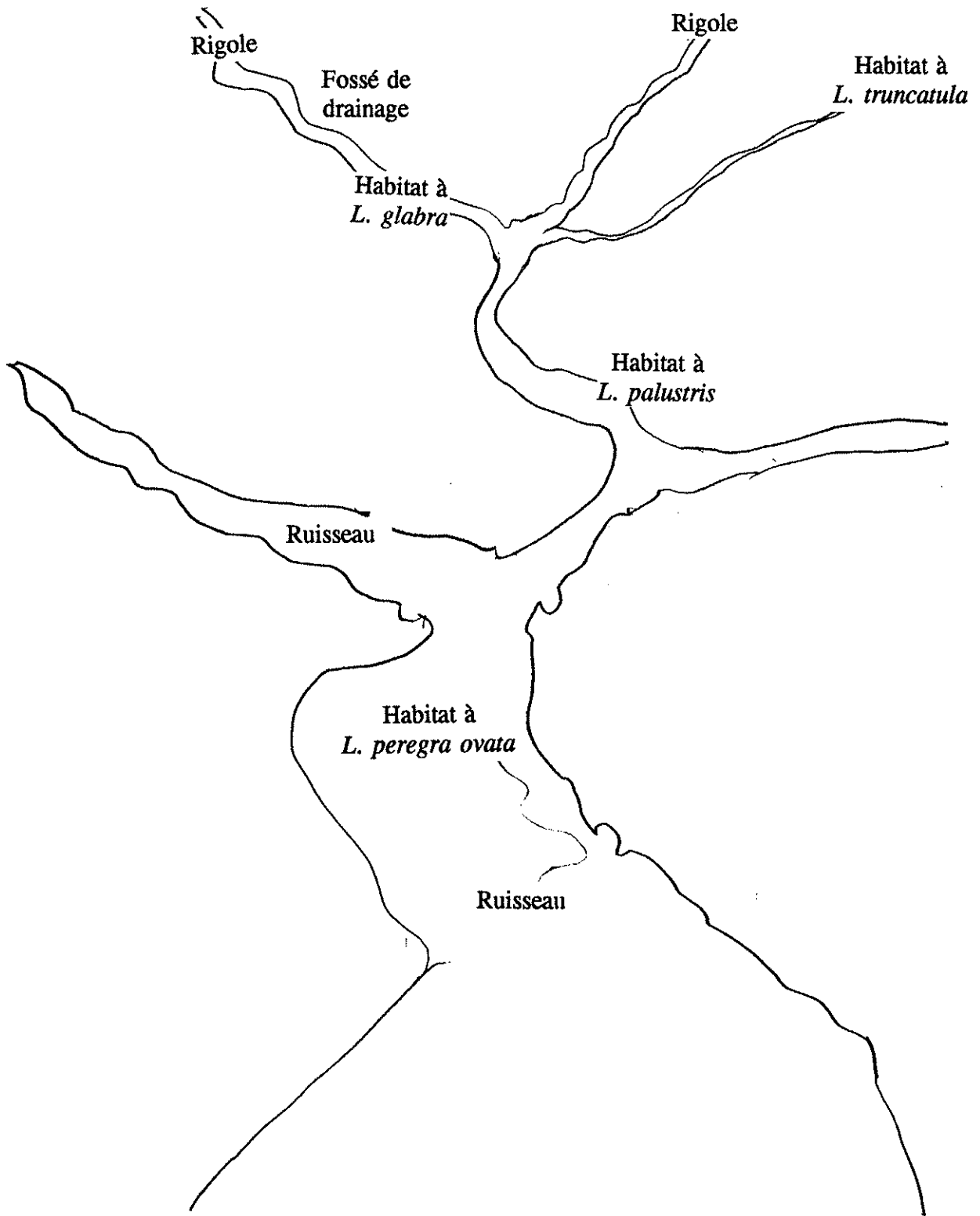
- que les empreintes de sabots sont surtout nombreuses dans les zones de passage et qu'elles ne constituent souvent que des habitats temporaires.

- que les rives des cours d'eau ou d'étangs sont peuplées souvent par *L. truncatula* mais elles n'ont guère d'importance dans l'épidémiologie de la maladie en raison de la multiplicité des abreuvoirs artificiels dans les pâtures.

En réalité, la liste de ces cinq gîtes est plus complexe car chacun d'entre eux peut comprendre un foyer permanent et des habitats annexes (TAYLOR, 1965; EUZEBY, 1971). Nous avons présenté dans le tableau ci-dessous les principales caractéristiques de ces zones:

Nature du gîte	Réservoir	Annexe
Définition	Habitat permanent ou refuge. Les conditions du milieu permettent la survie de la population tout au long de l'année.	Gîte temporaire. La colonisation de ce milieu se fait à partir du réservoir voisin. On l'observe souvent lorsque les pluies sont importantes (ainsi lors des "années à douve").
Observations	L'effectif de la population est souvent limité. On peut y rencontrer une autre espèce de limnée comme <i>L. glabra</i> ou <i>L. palustris</i> .	On peut assister à une densité élevée de la population, suivie d'une limitation ultérieure lorsque les conditions de ce gîte tendent à se normaliser.





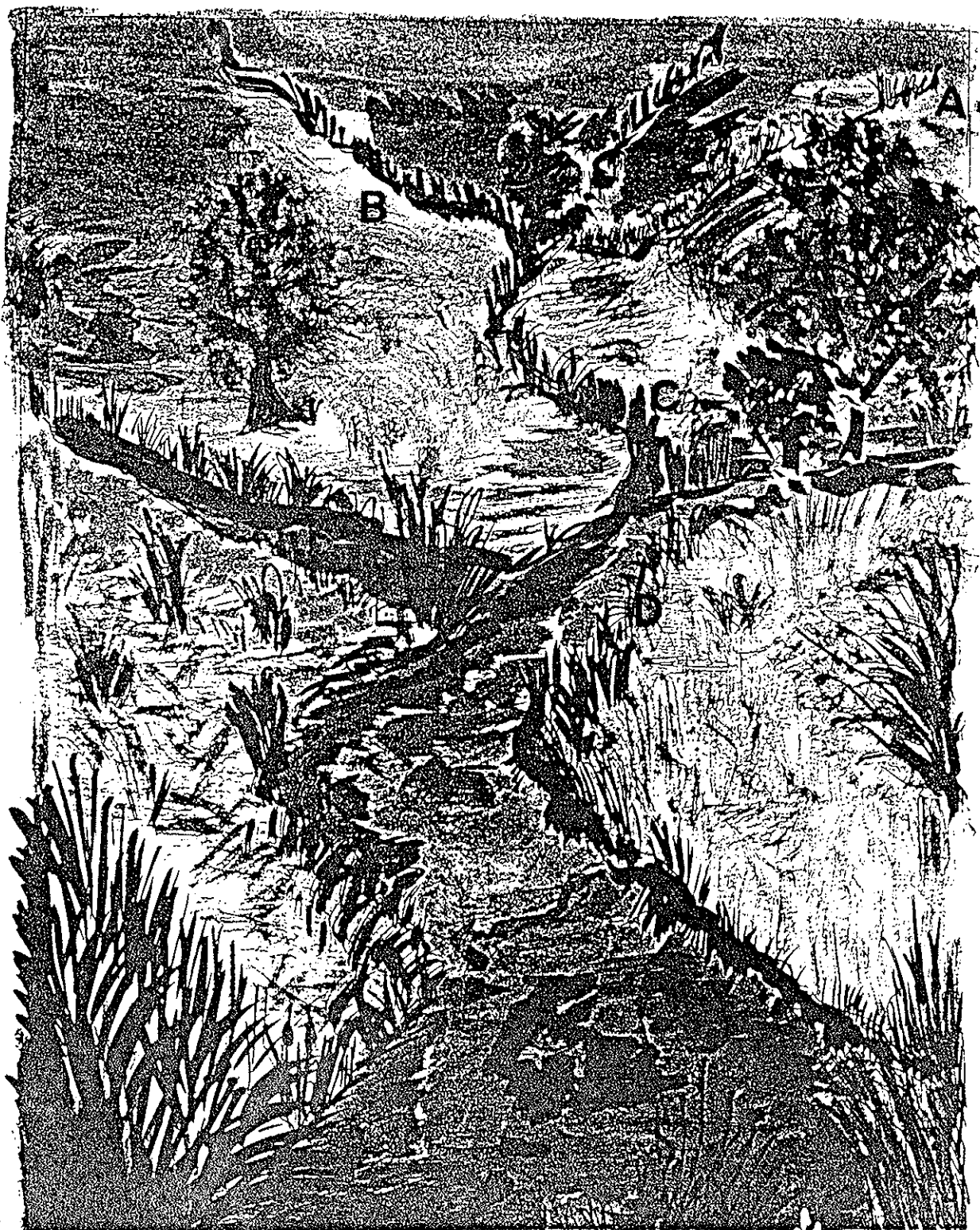


Figure 6.

La systématisation des gîtes pour quatre espèces de limnées dans le cas d'une prairie marécageuse de la Haute-Vienne Document original. Abréviations: A (*L. truncatula*). B (*L. glabra*). C (*L. palustris*). D. (*L. peregra ovata*).

Plusieurs facteurs interviennent sur la densité de la population dans ces habitats. Deux d'entre eux sont bien connus à l'heure actuelle (MOENS, 1991):

- l'excès d'humidité qui permet la survie de la Limnée tronquée et dépend de l'intensité des précipitations atmosphériques comme de l'évapotranspiration du sol. Le premier facteur contribue à l'extension des habitats tandis que le second induit leur assèchement et réduit leur taille.

- les perturbations du milieu qui résultent de la charge en bétail sur les parcelles, la durée du pâturage et les modifications mécaniques comme les empreintes des machines agricoles, ...

La végétation joue également un rôle dans la densité des Limnées tronquées. La destruction de celle-ci ou son éclaircissement permettent l'extension des colonies tandis que la régénération de la couverture végétale et son évolution restaurent une certaine stabilité qui limite le développement des colonies (MOENS, 1991).

La répartition des gîtes sur une parcelle dépend de la conformation du terrain. Les études sur ce point sont encore fragmentaires. Tout au plus sait-on que la Limnée tronquée occupe souvent les zones les plus périphériques du réseau hydrographique (MAGE et RONDELAUD, 1991). Pour illustrer cette notion, nous avons transcrit sur la figure 6 la position des habitats pour quatre espèces de limnées dans un système de drainage superficiel:

- Les colonies de *L. truncatula* sont terminales alors que celles de *L. glabra* se situent sur le cours moyen des rigoles (si celles-ci ont une longueur de 75 m au moins).

- Deux autres espèces vivent sur le cours inférieur de ce système, *L. palustris* dans la partie la plus déclive du fossé principal, *L. peregra* directement dans le ruisseau où se déverse l'eau résultant du drainage.

Cette systématisation des habitats n'est cependant pas la seule car on retrouve les Limnées tronquées à la périphérie de mouillères plus ou moins importantes tandis que les *L. glabra* ou les *L. palustris* en occupent le centre.

Cette distribution des espèces dans les habitats est liée à leur degré d'amphibiose, *L. truncatula* étant par essence la plus amphibie et les autres limnées précitées nettement plus aquatiques.

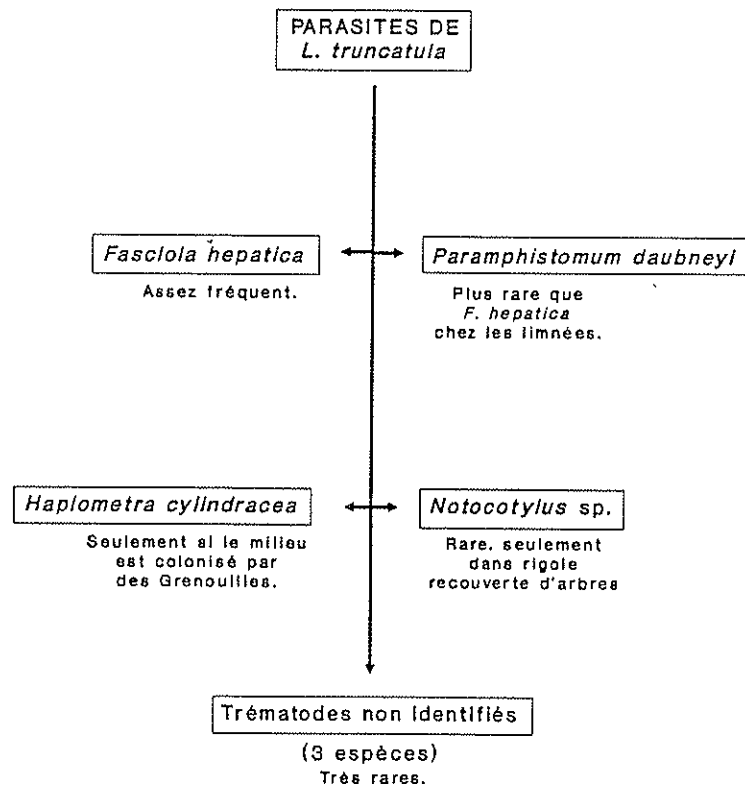


Figure 7.
Organigramme sur le rôle de la Limnée tronquée
dans le cycle évolutif de plusieurs Trématodes.
Original.

II. - SON RÔLE COMME HÔTE INTERMÉDIAIRE.

A. L'INTERVENTION DE LA LIMNÉE DANS LE CYCLE DE PLUSIEURS TRÉMATODES.

La liste de ces parasites est loin d'être complète. Dans les recherches qui ont été réalisées depuis une vingtaine d'années sur les cressonnières de la Haute-Vienne et sur les prairies marécageuses, RONDELAUD et MAGE (1990) ont recensé la présence d'un certain nombre de Trématodes que nous avons indiqués sur la figure 7 en regard de quelques caractéristiques biologiques:

- *Fasciola hepatica* est le Trématode le plus commun dans les stations que ces auteurs ont étudiées. Dans une étude de 16 mois sur cinq prairies du Centre de la Haute-Vienne, SZMIDT-ADJIDÉ *et al.* (1995a) trouvent que 7,3 % des *L. truncatula* sont porteurs de formes larvaires et que 5,1 % ont des émissions cercariennes. Ces pourcentages sont comparables à ce que d'autres auteurs rapportent dans l'Europe de l'Ouest (revue d'EUZEBY, 1971).

- *Paramphistomum daubneyi* parasite la panse de nombreux Ruminants. Cette espèce se retrouve, souvent avec *F. hepatica*, chez les mêmes hôtes définitifs. Si l'on considère l'étude précitée, l'examen des Limnées tronquées a montré que 4,4 % d'entre elles sont porteuses des *parthenitae* mais que seules, 1,4 % ont des émissions.

- Les deux autres Trématodes, *Haplometra cylindracea* et *Notocotylus* sp., se développent, sous leur forme adulte, respectivement chez les Grenouilles rousses et les Oiseaux granivores. Les limnées hébergeant leurs formes larvaires sont rares dans les prairies et on observe ces deux parasites dans des milieux où vivent leurs hôtes définitifs (mares à grenouilles, rigoles situées sous des résineux par exemple).

Les formes larvaires d'autres Trématodes comme *Plagiorchis elegans* et *Opisthioglypho ranae* ont, également, été retrouvées chez la limnée mais leur fréquence est très faible (MANGA-GONZALEZ *et al.*, 1994).

Il est à noter que la plupart des populations de *L. truncatula* sont infectées, en plus, par un iridovirus avec une fréquence faible (RONDELAUD et BARTHE, 1992). Ce virus se retrouve également chez les mollusques lorsqu'ils sont parasités par *F. hepatica*.

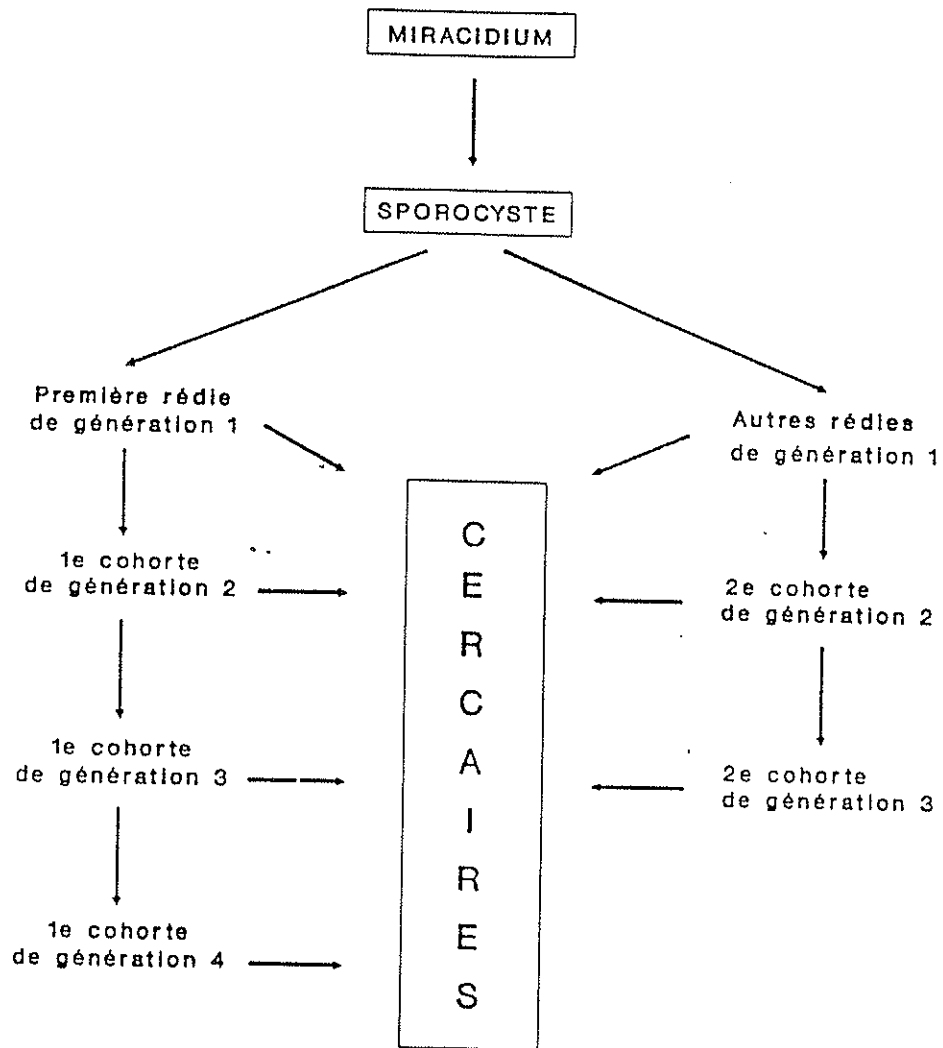


Figure 8.
 Organigramme montrant la succession des formes larvaires
 chez *L. truncatula* infestée par *F. hepatica*
 (d'après THOMAS, 1883; KENDALL, 1953; SAINT-GUILLAIN, 1968;
 RONDELAUD et BARTHE, 1978a, 1982; DREYFUSS, 1994; DUPERRON, 1994).

B. SON ACTION DANS LA MULTIPLICATION DES FORMES LARVAIRES.

1. Cas de *Fasciola hepatica*.

Le mollusque hôte héberge trois des cinq formes larvaires, à savoir le sporocyste, les rédies et les cercaires (illustrés sur la figure 8).

- a) Le sporocyste.

Il résulte de la transformation du miracidium lorsque ce dernier a pénétré dans le mollusque. D'abord elliptique, la larve devient rapidement sacciforme, à contours réguliers. Elle est d'abord de petite taille et s'accroît rapidement dans les jours qui suivent la pénétration pour atteindre une longueur de 0,5 à 0,7 mm. Ceci s'effectue progressivement au cours des migrations que le parasite effectue dans le système hémolympatique de son hôte intermédiaire.

Ces déplacements durent 4 à 5 jours jusqu'à ce que la larve trouve un site préférentiel pour mener son développement. Selon les auteurs, le site de fixation diffère: dans la paroi du poumon pour THOMAS (1883) et CAMERON (1934), dans le manteau pour KENDALL (1965), à proximité du point de pénétration (SAINT-GUILLAIN, 1968), dans la région réno-péricardique ou à son voisinage immédiat (RONDELAUD, 1973; PRÉVERAUD-SINDOU *et al.*, 1989, 1994).

Le sporocyste contient des cellules embryonnaires (germinales) qui vont se multiplier pour former des massifs, appelés morulas. Celles-ci se différencient pour constituer les rédies de première génération.

- 2) Les rédies.

Du sporocyste, sort préférentiellement une première rédie de génération 1 qui donne naissance à de nombreuses rédies filles. Les autres rédies de génération 1 sont plus tardives et ne produisent qu'un nombre limité de rédies filles. Ces deux groupes appartiennent respectivement à la première et à la deuxième cohortes de génération 2 comme le montre la figure 8.

Il peut arriver que la première rédie de génération 1 dégénère. Une autre rédie prend alors le relais et forme de nombreuses rédies filles. Cette larve-relais peut être la seconde rédie de génération 1 ou la première rédie de génération 2.

Génération	Nombre de formes larvaires		
	Charge rédienne globale	Rédies indépendantes et en vie	Rédies dégénérées
1	9,7	7,8	1,9
2 (1 ^e cohorte)	17,9	16,6	1,3
Autres	4,3	4,3	-
Au total	31,9	28,7	3,2

Tableau I.
Quantification de la charge rédienne pour *F. hepatica*.
Les chiffres sont donnés pour une *L. truncatula* vivant sur terrain siliceux (hauteur de 8 mm) et infestée par un seul miracidium (d'après RONDELAUD, 1974, 1978; RONDELAUD et BARTHE, 1982, 1987).

Classes de temps	Rédies	Embryons intra-rédiens	Cercaires indépendantes	Kystes	Totaux
75-89 jours	44,1	269	20,6	197,6	497,2
90-104 jours	56,2	289,6	23,9	163,4	476,9
105-119 jours	52,6	290,9	29,2	181,5	501,6
120-134 jours	58,3	226,5	43,1	247,8	517,2

Tableau II.
Productivité des rédies chez des *L. truncatula* hautes de 6 à 7 mm, infestées chacune par deux miracidiums de *F. hepatica* et mortes après une émission cercarienne. Le tableau indique les valeurs moyennes. (d'après DREYFUSS, 1994; DUPERRON, 1994; DREYFUSS et RONDELAUD, 1994).

Une troisième génération de rédies et, parfois, une quatrième peuvent se succéder chez le mollusque infesté. Elles se développent selon le même schéma avec l'existence de deux cohortes successives par génération.

Le nombre total des rédies chez une limnée est d'environ 40 à 20° C lorsque la limnée est infestée par un seul miracidium. Sur ce total, 9 à 10 appartiennent à la première génération, 17 à 18 à la deuxième génération (première cohorte) et les autres, aux générations qui suivent (tableau I).

Toutes les rédies, à l'exception de la première rédie de génération 1, produisent des cercaires. Chaque rédie produit d'abord une ou plusieurs rédies filles avant que les embryons restants ne se différencient en cercaires. Cette dernière évolution se fait à partir des morulas qui grossissent pour donner des embryons procercariens, des procercaires, puis des cercaires.

- 3) Les cercaires.

Elles ont un corps semi-circulaire, muni d'une queue. Elles sortent d'abord des rédies qui leur ont donné naissance et deviennent indépendantes dans le corps du mollusque. Là, elles s'entourent d'une couche protectrice externe qui résulte de la sécrétion des cellules cystogènes internes (figure 9).

Après une phase d'accumulation dans la limnée, les cercaires sortent du mollusque sous forme de vagues successives durant un ou plusieurs jours, séparées par des repos sans émission. Cette sortie s'effectue au niveau de la région péri-anale de la limnée, sous forme d'une effraction dans le tégument. La cercaire nage ensuite rapidement pendant quelques minutes et se fixe sur un support végétal ou à la surface de l'eau pour se transformer en métacercaire. Le tableau II indique le nombre de cercaires produites par ces limnées.

Lors de sa transformation, la cercaire perd sa queue et sécrète un kyste à deux couches. La première attache le parasite au support dans le cas d'une métacercaire fixée. La seconde est indépendante de la première ce qui permet à la larve de se mouvoir à l'intérieur de son kyste. Si le kyste est flottant, la première couche est dissociée par des lacunes aérifères ce qui entraîne la formation d'une collerette de diamètre variable.

Les kystes fixés peuvent résister plus de six mois sous les conditions hivernales. Les métacercaires flottantes peuvent flotter plus de trois mois en eau stagnante puis tombent rapidement sur le fond lors d'un transport en eau courante.

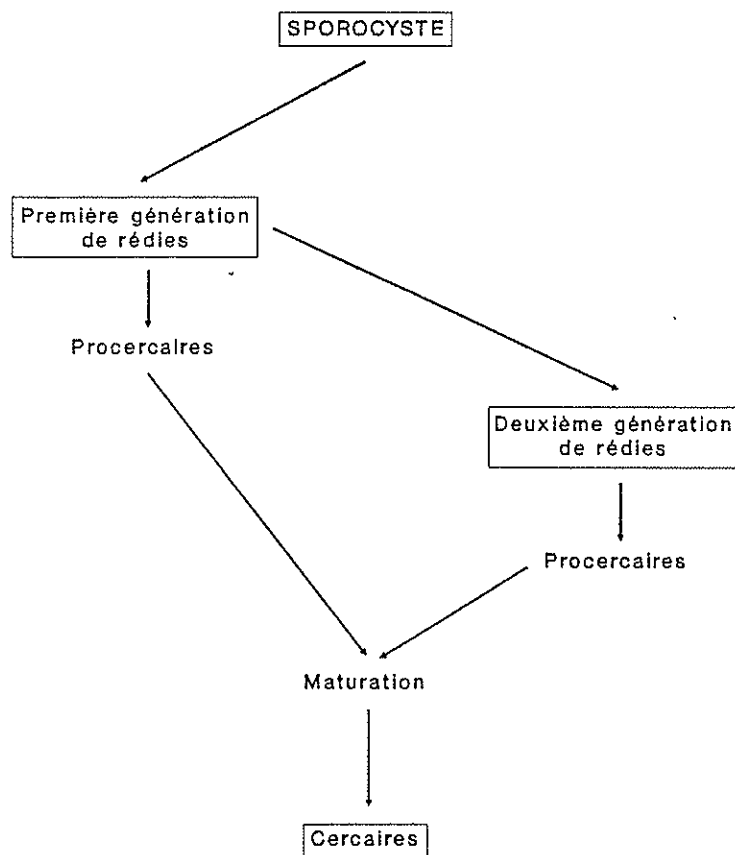


Figure 9.
 Organigramme montrant la succession des formes larvaires
 chez *L. truncatula* infestée par *P. daubneyi*
 (d'après SEY, 1972, 1979; ODENING et al., 1978; POSTAL, 1984;
 JOLY, 1991; SZMIDT-ADJIDÉ *et al.*, 1995a).

2. Cas de *Paramphistomum daubneyi*.

Le développement des formes larvaires se superpose, en partie, à celui que nous avons présenté pour *F. hepatica*. La figure 9 illustre ce schéma.

Cependant, quelques différences s'observent par rapport au cycle de la Douve:

- Deux générations rédiennes ont été décrites par SEY (1979) chez la Limnée tronquée. Les rédies de première génération sont produites par le sporocyste. Elles forment, à leur tour, les rédies de seconde génération.

L'auteur ne fournit pas de détail sur les caractéristiques anatomo-microscopiques des pharynx pour ces rédies. Ceci peut suggérer que les larves des deux générations auraient le même type de pharynx.

- Les masses germinatives intra-rédiennes n'évoluent pas jusqu'au stade cercaire. Lorsque l'embryon procercarien devient mature, il sort rapidement du corps de la rédie et continue sa différenciation dans l'organisme du mollusque hôte. On observe donc de nombreuses procercaires et cercaires à divers stades de maturation chez la limnée tandis que les rédies ne contiennent que des morulas ou des embryons procercariens. SEY (1979) dénombre 28 rédies, 216 cercaires non enkystées et 93 cercaires enkystées dans une *L. truncatula* disséquée au 60^e jour.

- Le temps de maturation pour les procercaires et les cercaires est nettement plus variable. VASSILEV et SAMNALIEV (1978) notent que le début de la période patente se situe au 33^e jour (si la température est de 24°-26° C), au 40^e jour (20°-22° C) ou au 59^e jour (19,5° C). Par contre, SEY (1979) rapporte que la période patente débute au 55^e jour à 27° C.

- Les cercaires de couleur blanche prennent une pigmentation noirâtre qui se développe progressivement autour des deux ventouses. Cette pigmentation doit retentir sur l'activité de la larve car le nombre de cercaires émises est faible et si cela se produit, la nage de la cercaire émise est assez lente avant l'enkystement.

La métacercaire peut vivre plusieurs mois à la température ambiante. Au 5^e mois, on retrouve encore 18 % de parasites en vie. Elle peut également survivre à des températures faibles, jusqu'à 4° C.

Viscère du mollusque	Lésions	Observations
Glande digestive.	Arrêt du développement des tubules. Nécrose plurifocale de l'épithélium qui se généralise dans un deuxième temps. Une reconstitution avec hyperplasie cellulaire lui fait suite. Les tubules reprennent leur développement.	On peut avoir un autre cycle de nécrose-reconstitution si le parasite persiste chez la limnée.
Gonade.	Nécrose uni- ou plurifocale de l'épithélium germinale, s'accompagnant souvent d'une atrophie partielle ou totale des acini. Si l'atrophie est incomplète, on peut avoir une reconstitution épithéliale et reprise de l'activité.	Des pontes avec un nombre réduit d'oeufs peuvent être déposées par le mollusque lorsqu'il contient des cercaires.
Glande de l'albumine.	Idem à l'évolution de la gonade. Des kystes peuvent se développer au sein de la glande.	Ce viscère s'atrophie souvent chez les jeunes.
Rein.	Cycles courts de nécrose-reconstitution aboutissant à l'élimination de la plupart des lamelles rénales. Des dépôts intra-lamellaires peuvent s'observer au début de la nécrose.	Le rein est l'organe le plus atteint par les lésions chez le mollusque infesté.
Hémolymph.	Prolifération amibocytaire circulante dans les sinus hémolymphatiques chez le mollusque infesté.	L'intensité de la réaction varie selon la population du mollusque et le nombre de miracidiums utilisés.

Tableau III.
Revue synoptique des principales lésions viscérales qui se développent chez *L. truncatula* infestée par *F. hepatica* (d'après RONDELAUD et BARTHE, 1978b, 1980, 1983; SINDOU, 1989; SINDOU *et al.*, 1991).

C. LES EFFETS DU PARASITE CHEZ LE MOLLUSQUE HÔTE.

Les auteurs, qui ont travaillé sur le modèle *L. truncatula-F. hepatica*, ont rapporté depuis longtemps plusieurs conséquences de l'infestation fasciolienne sur la physiologie du mollusque (revue d'EUZEBY, 1971). Le mollusque infesté présente souvent un retard de croissance par rapport à des témoins mais certains auteurs ont décrit des cas de gigantisme. Sa coquille est, également, plus fragile.

Les lésions les plus importantes sont celles qui touchent les organes internes du mollusque. A titre d'exemple, nous avons rapporté, sur le tableau III, les processus qui se développent au niveau de quatre viscères et de l'hémolymphe chez la Limnée tronquée lorsqu'elle est infestée par *F. hepatica*. On peut en dégager les conclusions suivantes:

- Une nécrose de l'épithélium affecte quatre organes cibles: la glande de l'albumine, la glande digestive, la gonade et le rein. Elle est plus discrète chez les autres viscères, notamment au niveau des glandes muqueuses.

- L'évolution de la nécrose varie selon la nature de l'organe interne. Elle est suivie d'une reconstitution de l'épithélium avec hyperplasie cellulaire et restauration de son activité sauf dans quelques gonades en atrophie totale.

- Cette nécrose s'accompagne de modifications dans le volume du viscère: arrêt du développement pour les tubules digestifs, atrophie partielle ou totale de la gonade et/ou de la glande de l'albumine, kystes dans ce dernier viscère.

- Une réaction amibocytaire circulante se développe chez le mollusque infesté. Son intensité varie en fonction de plusieurs facteurs. Mais son lien avec le parasitisme est remis en question depuis la découverte d'un iridovirus du groupe *lymphocystis* (BARTHE *et al.*, 1984) qui se multiplie dans les amibocytes circulants et que l'on retrouve dans la plupart des populations de limnées.

Ces lésions viscérales ne sont pas les seules en cause car des ganglions nerveux (masses pédieuses, lobe dorsal des ganglions cérébroïdes) présentent, eux aussi, une hypertrophie de certains neurones, suivie de leur lyse (SZMIDT, 1993; SZMIDT-ADJIDÉ *et al.*, 1995b). Ces résultats sous-entendent que les sécrétions du parasite agissent par voie directe sur le système nerveux de l'hôte, lequel retentit sur les organes précités en perturbant leur activité.

Références	BORAY (1966, 1969)	RONDELAUD et BARTHE (1982)	AUDOUSSET (1989); DREYFUSS, (1994).	RONDELAUD (1993)
Limnée étudiée	<i>L. tomentosa</i> (3 populations)	<i>L. truncatula</i> (6 populations)	<i>L. truncatula</i> (3 populations)	<i>L. truncatula</i> (17 populations)
Nombre de miracidiums par mollusque	5 à 25	1	2 ou 3	1
Température d'élevage	26° C	20° C	23° C	20° C
Taux de survie	?	60 à 82 % au 30 ^e jour	16,5 à 60 % au 30 ^e jour	25 à 60 % au 30 ^e jour
Fréquence des mollusques infestés	13 à 73,4 %. ^a 48,9 à 93 %. ^b 90,2 à 100 %. ^c (avec rédies)	40 à 91 % ^d	Non étudiée	32 à 57 % ^d
Fréquence des limnées avec émission	4,5 à 46 %. ^b 61,5 à 63,8 %. ^c	Non étudiée	22,8 à 51 % ^d	60 à 85 % ^d

Les fréquences ont été calculées chez des limnées soumises à un seul contact avec le parasite^a, avec deux contacts^b ou avec trois^c. Elles ont été déterminées par rapport au nombre de survivants au 30^e jour^d.

Tableau IV.
Les caractéristiques de l'infestation fasciolienne chez deux limnées infestées par *F. hepatica* d'après quelques auteurs.

III. - LES VARIATIONS DANS LA SENSIBILITÉ DU MOLLUSQUE HÔTE.

A. L'ORIGINE DE LA LIMNÉE.

Le tableau IV rassemble des données sur les caractéristiques de l'infestation fasciolienne chez deux espèces de limnées d'après les travaux de quelques auteurs.

La lecture de ce tableau permet les conclusions suivantes:

- La survie des *L. truncatula* au 30^e jour de l'expérience est comprise entre 25 et 82 % lorsque les mollusques sont infestés chacun par un miracidium. Les pourcentages sont plus faibles (16,5 à 60 %) lorsque le nombre de larves utilisées lors de l'exposition est de deux ou trois par limnée.

- La fréquence des Limnées tronquées parasitées (avec des cercaires visibles sous leur coquille transparente) se distribue entre 32 et 91 % dans les séries avec une infestation monomiracidienne individuelle. Chez *L. tomentosa*, les pourcentages se distribuent dans la même gamme et, de plus, ils augmentent lorsque le nombre de contacts avec le parasite s'accroît.

- Les mêmes remarques peuvent être formulées pour les mollusques qui ont émis des cercaires. Les fréquences se distribuent entre 22 et 85 % chez *L. truncatula*, entre 4,5 et 63 % chez *L. tomentosa*.

Ce qui ressort de ce tableau, c'est que les trois caractéristiques précitées se modifient lorsque le nombre de contacts avec le parasite, naturels ou expérimentaux, augmente. Si l'on se réfère à la seule étude de RONDELAUD (1993), on constate ainsi:

- que la survie des *L. truncatula* soumises à l'infestation fasciolienne est seulement de 25 % au 30^e jour de l'expérience lorsque le contact naturel entre la population de limnées et son parasite est exceptionnel ou nul. A l'inverse, l'auteur fournit un taux moyen de 60 % au 30^e jour si le contact entre les deux partenaires est fréquent.

- que la fréquence des mollusques infestés est respectivement de 32 et 57 % dans les deux groupes de populations précitées.

D'après RONDELAUD (1993), d'autres caractéristiques de l'infestation fasciolienne chez la Limnée tronquée sont également modifiées. C'est ainsi que la charge rédienne est nettement diminuée chez les mollusques à contact exceptionnel ou nul avec le parasite. La durée de la période patente est augmentée chez les mêmes limnées.

Facteur étudié	Origine géographique des oeufs (3 souches) ^a	Nature de l'hôte définitif chez lequel les oeufs ont été récoltés (même origine géographique)		
		Bovins	Ovins	Lapins
Limnées tronquées	Une seule population (Limoges)	Une seule population (Limoges-Landouge)		
Nombre de miracidiums par limnée	1	2		
Température de l'élevage	20° C	20° C		
Survie au 30 ^e jour	66 à 83 %	85 %	78 %	54 %
Fréquence des mollusques infestés ^b	55 à 77 %	86 %	66 %	35 %
Charge rédienne au 30 ^e jour	29 à 38,4 rédies par mollusque	43,7 rédies	38,4 rédies	21,3 rédies
Fréquence des limnées avec émission	Non étudiée	80,9 %	64,5 %	47,6 %
Références	RONDELAUD et BARTHE, 1982.	RONDELAUD et DREYFUSS, 1994, 1995.		

^a. Les oeufs de *F. hepatica* ont tous été récoltés chez des bovins.

^b. Les fréquences ont été calculées par rapport au nombre de survivants au 30^e jour de l'expérience.

Tableau V.
Les caractéristiques de l'infestation fasciolienne chez *L. truncatula* en fonction de l'origine des oeufs selon deux facteurs: origine géographique, nature de l'hôte définitif.

B. LA SOUCHE DU PARASITE.

Nous avons regroupé, dans le tableau V, les données que RONDELAUD et BARTHE (1982), RONDELAUD et DREYFUSS (1994, 1995) ont rapportées dans leurs travaux sur *Lymnaea truncatula* infestée par *F. hepatica*.

Deux facteurs interfèrent dans ces résultats:

- 1) l'origine géographique des miracidiums.

Dans l'étude que RONDELAUD et BARTHE (1982) ont réalisée sur le couple *F. hepatica*/*L. truncatula*, on constate 66 à 83 % de survie au 30^e jour tandis que la fréquence des mollusques infestés se distribue entre 55 à 77 %. Le plus grand écart provient de la charge rédienne: de 29 à 38 rédies par limnée au 30^e jour. Dans l'exemple cité, les différences sont minimes et doivent être rapportées à l'origine des oeufs qui est proche pour les trois souches (moins de 130 km). Par contre, dans l'étude de BORAY (1966), la fréquence des limnées parasitées présente de plus grandes variations (tableau IV, page 28) car les oeufs du trématode proviennent de continents différents (Europe, Australie).

- 2) la nature de l'hôte définitif.

Les oeufs de *F. hepatica* proviennent de bovins, d'ovins ou de lapins dans l'étude que RONDELAUD et DREYFUSS (1994, 1995) ont effectuée sur une population unique de *L. truncatula*. A la lecture du tableau V, on constate une chute dans la survie des limnées au 30^e jour, la fréquence des mollusques infestés, la charge rédienne et le nombre de mollusques avec émission. Les auteurs expliquent ces résultats en admettant que le développement du parasite adulte chez les Léporidés subirait un processus d'inhibition aboutissant à la production d'oeufs infertiles ou de fertilité variable.

Ces deux facteurs ne sont probablement pas les seuls à agir sur le développement des formes larvaires de *F. hepatica* chez le mollusque hôte. D'autres paramètres doivent interférer et il est nécessaire de déterminer leur nature.

C. LES AUTRES FACTEURS.

L'impact de la plupart d'entre eux n'est pas encore bien connu. Cependant deux facteurs ont été assez étudiés. Il s'agit de:

- 1) l'assèchement du milieu de vie, ce qui conduit le mollusque à se rétracter dans sa coquille et à subir un jeûne de durée variable.

KENDALL (1950), STYCZYNSKA-JUREWICZ (1965) démontrent que le dessèchement de l'habitat retarde le développement d'une infestation mature tandis qu'il limite le nombre de cercaires si l'évolution des *parthenitae* est plus avancée. BORAY (1969) note, également, l'accumulation de cercaires dans le corps du mollusque lorsqu'il est en estivation, suivie d'une sortie massive des parasites si le milieu est ré-inondé.

Les études histologiques réalisées chez ces limnées soumises à un dessèchement estival révèlent que les sporocystes présents sont réduits en nombre mais qu'ils ont un développement limité pour 90 % d'entre eux. Par contre, les rédies en vie sont peu nombreuses et ne contiennent que des morulas, quelle que soit la durée de l'assèchement (MOUKRIM *et al.*, 1995). L'impact de cet assèchement se retrouve même dans les jours qui suivent la remise en eau des habitats car des limnées soumises à une dessiccation expérimentale et exposées aux miracidiums deux jours après la remise en eau présentent une chute importante dans le taux d'infestation et dans la charge rédienne qui se développe à partir d'un seul miracidium chez le mollusque hôte (RONDELAUD, 1994).

- 2) l'intoxication préalable du mollusque avant l'exposition aux miracidiums.

RONDELAUD (1995) montre que la baisse constatée dans le taux d'infestation et la charge rédienne se retrouve également si le mollusque est soumis à un autre stress (comme l'immersion dans une solution sublétale de cuivre) avant d'être exposé aux miracidiums.

Dans les deux cas précités, l'impact de ce stress diminue dans les jours qui suivent l'exposition miracidienne avant de disparaître. En effet, les caractéristiques de l'infestation fasciolienne chez des mollusques soumis à l'un des facteurs précités et exposés aux miracidiums 9 jours après sont intermédiaires entre celles que l'on note chez des témoins et chez des individus stressés et exposés au parasite deux jours plus tard.

La liste de ces facteurs limitants est loin d'être close. A titre d'exemple, notons l'impact de certains médicaments comme le Praziquantel (Biltricide®) qui entraînent la dégénérescence des formes larvaires chez les mollusques lorsque ces derniers sont plongés dans une solution de ce type (TOUASSEM et COMBES, 1986; YI et COMBES, 1987).



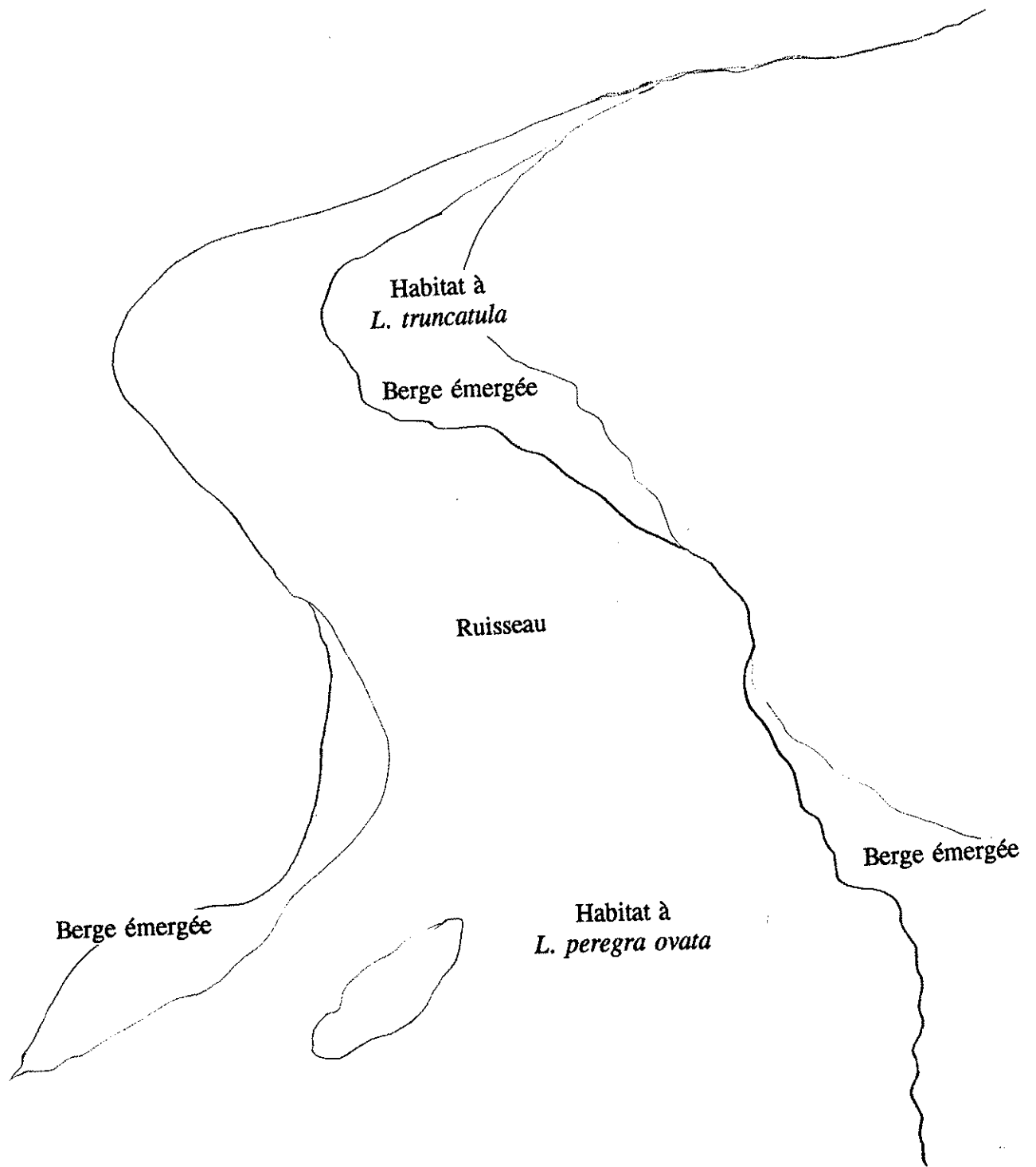




Figure 10.
Situation des habitats à Limnées tronquées sur les berges de rivière
(lors des mois d'été) dans le département de la Haute-Vienne.
Document original. Abréviations: A (zone à *L. truncatula*).
B (habitat de *L. peregra ovata*).



IV. - LES LIMNÉES TRONQUÉES DE RIVIÈRE JOUENT-ELLES UN RÔLE DANS L'INFESTATION FASCIOLIENNE ?

A. QUELQUES DONNÉES BIOLOGIQUES.

Les renseignements sur ces colonies sont encore peu nombreux. Nous nous sommes adressé aux thèses de MOUTHON (1979, 1980) et de LAMBERT (1990) pour rassembler les éléments à l'origine de ce paragraphe.

La figure 10 montre la situation des gîtes à Limnées tronquées le long d'une berge de rivière dans le département de la Haute-Vienne. Ces habitats se distribuent le long des rives à 10-15 cm des berges. Comme l'eau ne diminue qu'au cours des mois d'été, ils sont immergés sur la plus grande partie de l'année (d'octobre à juin) et ne s'exondent pratiquement que lors des mois d'été.

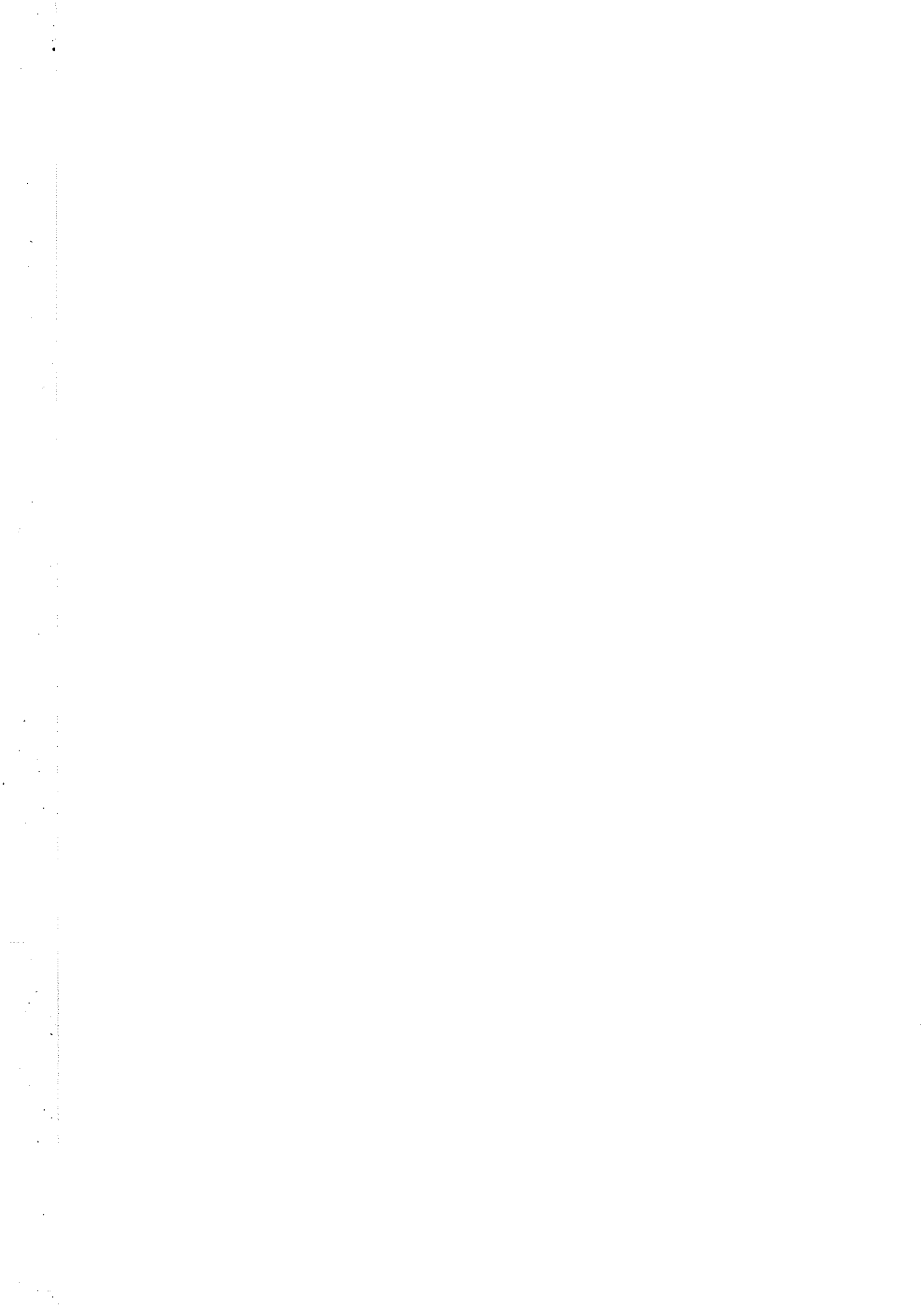
En réalité, la limnée se rencontre depuis la source d'un cours d'eau jusqu'à son embouchure du moment que le courant n'est pas trop rapide. Qualifié "d'espèce euryèce" par MOUTHON (1980), le mollusque est absent des niveaux supérieurs B 0 et B 1 (secteurs non piscicoles) et colonise les niveaux plus inférieurs (de B 2 à B 9) avec une abondance qui est cependant maximale dans le niveau B 2. Cette répartition des gîtes à limnées se retrouve également au niveau des étangs comme LAMBERT (1990) l'a démontrée dans deux pièces d'eau situées en Bretagne.

Deux auteurs (LAMBERT, 1990; VILLEGGER, 1995) ont étudié les générations annuelles de *L. truncatula* respectivement dans un étang et dans des canaux d'irrigation (de mai à novembre). Dans les deux cas, on note la présence de deux générations annuelles selon le schéma suivant:

- Les mollusques transhivernants naissent à partir des pontes déposées à la fin août-début septembre. Ils passent l'hiver en étant immergés et ne déposent leurs propres oeufs qu'au mois de juin suivant.

- Les descendants issus de ces pontes augmentent de taille lorsque leurs habitats sont exondés. Ils déposent leurs oeufs au mois d'août suivant.

Toutefois, on ne connaît pas l'évolution des limnées lorsqu'elles sont recouvertes par l'eau courante, d'octobre à juin.



B. LEUR RÔLE COMME MOLLUSQUE HÔTE.

La revue de la littérature ne fournit pas de données sur ce dernier point. Les informations en notre possession proviennent d'une thèse locale (AUDOUSSET, 1989) en rapport avec une colonie vivant sur les berges de la Creuse, à Saint-Gaultier (Indre).

Cet auteur fournit les renseignements suivants:

Paramètres	Résultats	Références
Nombre de mollusques au départ.	280	AUDOUSSET, 1989.
Nombre de survivants au 30 ^e jour.	10	(2 ou 3 miracidiums
Nombre de limnées infestées.	0	par limnée)
Nombre de mollusques au départ.	70	MONTEIL, 1984, 1992.
Nombre de survivants au 30 ^e jour.	?	(2 miracidiums
Nombre de limnées infestées.	16 ^a	par limnée).

^a. Sur 17 mollusques fixés pour des études histologiques.

Ces données montrent l'existence d'une discordance car il s'agit de la même population qui a servi à deux expérimentations successives. Dans l'un des cas, les résultats sont négatifs tandis que MONTEIL (1992) obtient un taux d'infestation de 94 %.

D'autres essais ont été réalisés avec des populations de Limnées tronquées provenant de rivières (la Gartempe à Saint-Ouen-sur-Gartempe, le Taurion à Saint-Martin-Terressus, Haute-Vienne) mais les limnées ont toutes présenté une mortalité importante et l'absence de mollusques infestés (RONDELAUD, communication personnelle).

V. - COMMENTAIRES.

Les rappels, que nous avons présentés dans les paragraphes précédents, peuvent se résumer de la manière suivante:

- La Limnée tronquée est un mollusque aquatique qui intervient comme hôte intermédiaire dans le cycle évolutif de plusieurs Trématodes. En particulier, son rôle est bien connu dans le cas de *F. hepatica*.



- Les relations entre le mollusque et le parasite précité ont surtout été étudiées chez des colonies de limnées qui vivent dans des prairies marécageuses ou assimilées. En revanche, l'infestation fasciolienne des populations, qui vivent sur les berges de rivière, est encore très peu connue.

- Les données fournies par les auteurs sur ce dernier point sont discordantes, avec la présence de limnées infestées dans un cas, de mollusques non parasités dans les autres cas.

Ces quelques éléments montrent que l'aptitude des limnées de rivière à l'infestation fasciolienne est encore controversée. Plusieurs facteurs peuvent interférer sur ces résultats. Nous en fournissons quelques-uns dans les alinéas ci-dessous:

- Les Limnées tronquées de rivière ont une biologie particulière car elles demeurent immergées sur 9 mois au moins avant de s'exonder sur les trois restants. Il nous paraît utile de préciser les grands traits de cette écologie afin de comprendre les résultats des infestations expérimentales que nous venons de citer. En particulier, il est intéressant de comparer la sensibilité à l'infestation chez les limnées transhivernantes et chez celles de la génération d'été.

- La qualité de la nourriture doit, également, jouer un rôle non négligeable dans les capacités de la limnée pour assurer le développement des formes larvaires pour *F. hepatica*. Comme nous l'avons décrit dans l'un des paragraphes précédents, une nourriture abondante dans un milieu immergé se traduira par une croissance optimale pour les formes larvaires tandis que des nutriments réduits en nombre auront un impact direct sur les *parthenitae* en limitant leur effectif. Il nous paraît utile de préciser la qualité de ce facteur alimentaire pour analyser son impact sur le développement des parasites chez le mollusque hôte.

- Les résultats fournis par les auteurs sur l'infestation fasciolienne de Limnées tronquées vivant dans les rivières montre l'existence de discordances. Plusieurs paramètres peuvent être à l'origine de ces chiffres. Il est logique de penser que les résultats négatifs dépendraient d'un facteur exogène tel que l'infestation préalable du mollusque par un autre Trématode avant qu'il soit soumis aux miracidiums de *F. hepatica* mais ce paramètre n'est certainement pas le seul.

Nous nous sommes proposé de répondre à certaines de ces questions en procédant à des études écologiques sur des colonies naturelles de Limnées tronquées vivant dans deux



rivières (sur sol siliceux ou sédimentaire) et en soumettant leurs membres à l'infestation fasciolienne.

Les résultats correspondant à ces recherches sont rapportés dans les chapitres quatrième et cinquième de ce mémoire.

LES STATIONS D'ÉTUDE

Le but de ce chapitre est de présenter les caractéristiques des trois stations que nous avons retenues pour nos prospections sur le terrain.

Nous avons adopté un plan qui est classique pour ce type d'étude. Le premier paragraphe est consacré à la localisation des trois sites et à leur physiographie. Le second traite des principaux traits hydrologiques. La troisième subdivision regroupe les caractéristiques physiques des trois stations (géologie, climatologie) tandis que la dernière porte sur les mollusques qui vivent avec la Limnée tronquée.

I. - DESCRIPTION SOMMAIRE DES DEUX SECTEURS D'ÉTUDE.

Plusieurs séries de prospections ont été réalisées en juillet 1994 le long de deux rivières, la Creuse (département de l'Indre) et la Vienne (département de la Haute-Vienne) pour retenir les gîtes où les Limnées tronquées étaient les plus abondantes. Deux sites ont finalement été sélectionnés.

A. SECTEUR DE LA CREUSE.

Il est présenté sur la figure 11 (page suivante). A l'est, la limite est constituée par le Moulin du Rabois, dans la ville d'Argenton-sur-Creuse tandis qu'à l'ouest, le secteur se termine au pont qu'emprunte la voie S.N.C.F., à l'ouest de Saint-Gaultier.

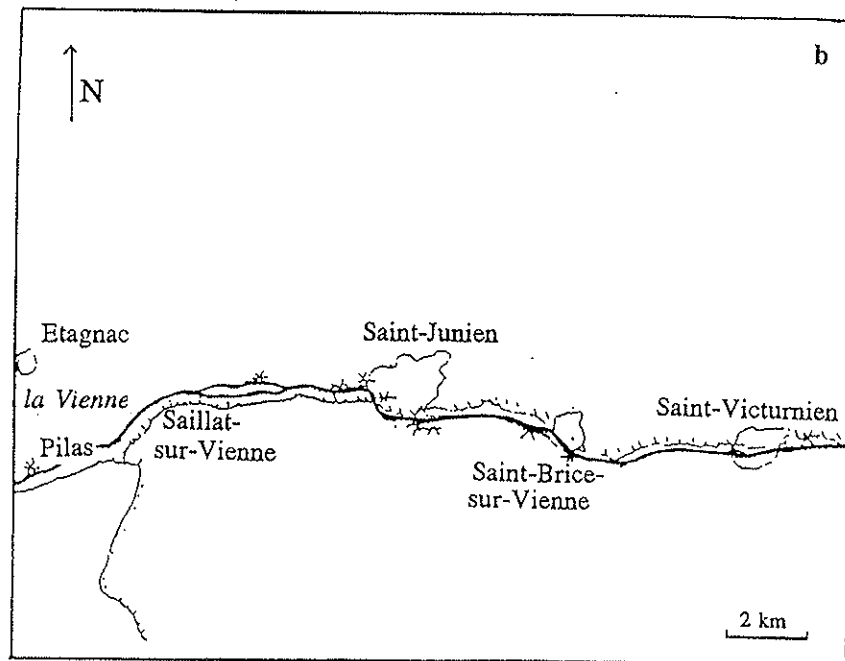
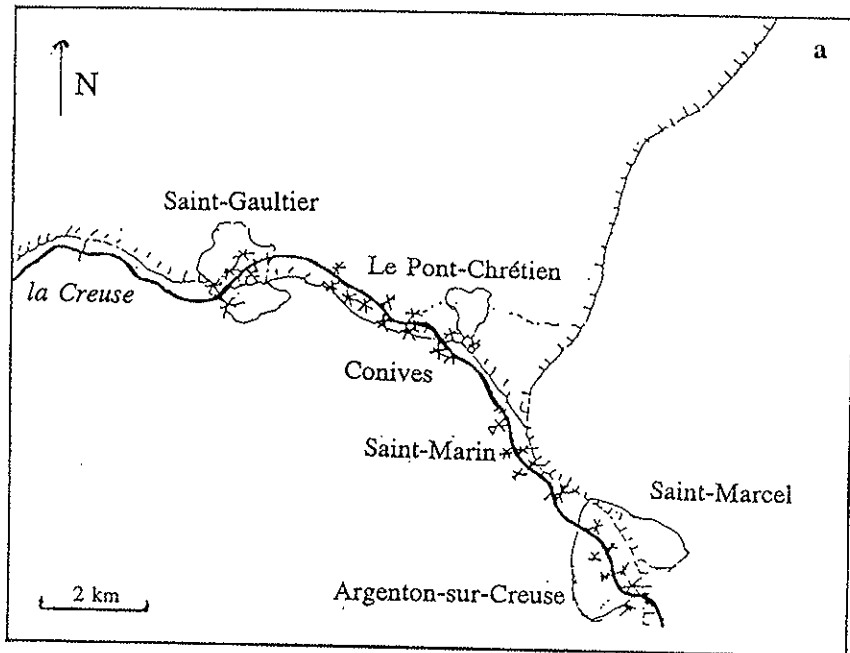


Figure 11.

Les deux secteurs concernés par nos investigations
(d'après les cartes Michelin au 1/200.000^e):

- Secteur de la Creuse, entre Argenton-sur-Creuse
et Saint-Gaultier (Indre): 11a.

- Secteur de la Vienne, entre Saint-Victurnien
(Haute-Vienne) et Etagnac (Charente): 11b.

Les étoiles indiquent les lieux de prospection.

Le secteur étudié est long de 11,5 km si l'on suit le cours de la rivière.

C'est un cours d'eau qui circule sur un sol formé de dalles calcaires. Le sédiment est constitué par des limons et des sables siliceux; on y trouve aussi des blocs de granite ou d'autres roches métamorphiques.

Les prospections se sont déroulées dans tous les lieux où la Creuse est accessible. Cependant, deux endroits n'ont pas été inventoriés:

- les rochers qui se situent sur la rive gauche de la rivière, juste en face de l'embouchure de la Bouzanne (sur 400 m environ).

- la rive abrupte au pied du château du Palis, sur la rive gauche de la rivière (sur 200 m environ) au lieu-dit "Le Gué de Saint-Marin".

Les affluents qui se jettent dans la rivière (le Bouzanteuil, la Bouzanne, le Socco) ne sont pas concernés par cet inventaire.

B. SECTEUR DE LA VIENNE.

La figure 11 montre la localisation de ce secteur dans les départements de la Charente et de la Haute-Vienne. Le pont de Saint-Victorien, au-dessus de la Vienne représente la limite est tandis qu'à l'ouest, le secteur se termine au pont de Pilas. La longueur de cette zone est de 25 km environ.

Le sol est constitué de roches appartenant à plusieurs types. De Saint-Victorien à Pilas, on a la séquence suivante: gneiss, diorite, granite et gneiss à nouveau. Contrairement au premier secteur, les limons sont nettement moins nombreux et parfois manquent.

Les prospections malacologiques, dans ce secteur, ont été réalisées:

- au niveau de tous les ponts qui se situent sur la Vienne dans ce secteur, à l'exception du pont de Saillat qui est privé.

- au niveau de toutes les zones où l'on peut accéder facilement à la rivière en utilisant les routes et les chemins publics.

Nous avons, de même, délaissé les petits affluents qui se jettent dans la rivière.

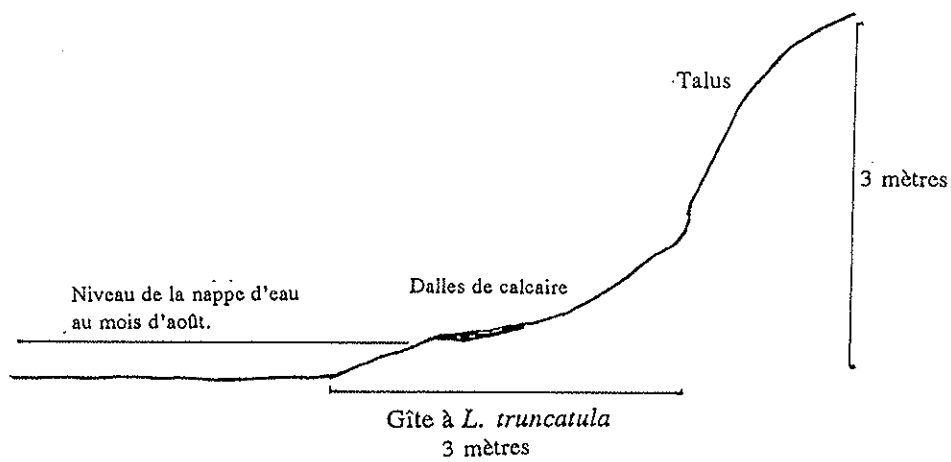
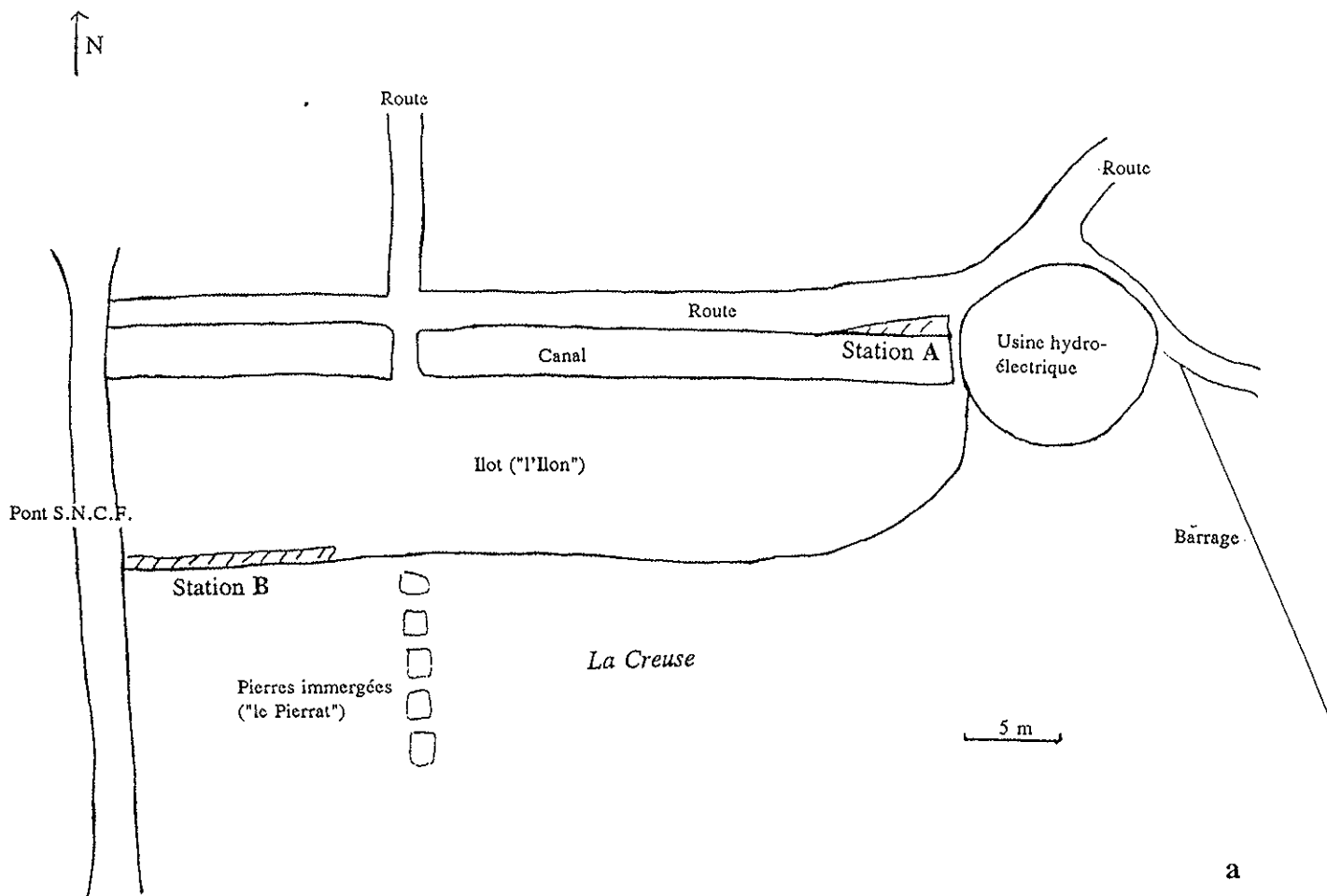


Figure 12.
 Localisation des stations à Limnées tronquées
 au lieu-dit l'Ilon, commune de Saint-Gaultier (Indre):
 - d'après la carte topographique I.G.N. au 1/25.000^e.
 La zone correspondant aux deux gîtes est hachurée: 12a.
 - Transect réalisé dans le talus, le canal et l'îlot
 pour montrer la disposition du gîte A: 12b.

II. - LES TROIS GÎTES À LIMNÉES TRONQUÉES.

A. STATION A DE SAINT-GAULTIER (INDRE).

Elle se situe au lieu-dit l'Ilon, sur la commune de Saint-Gaultier. Elle se trouve au pied d'une usine hydroélectrique et s'étend le long du canal qui relie le bâtiment d'exploitation à la rivière la Creuse. Son altitude est de 94 m.

La carte 12a montre la position de cet habitat. La planche B, n° 1 (page suivante) illustre cette station.

La zone colonisée par les *L. truncatula* s'étend sur la rive droite du canal, depuis le mur de l'usine jusqu'à un ancien collecteur. Elle se situe dans la partie la plus basse d'un talus haut de 3 mètres comme le montre le transect 12b. Les mollusques vivent sur des dalles relativement planes qui bordent le canal.

La longueur maximale de l'habitat est de 8 mètres tandis que sa largeur peut atteindre 3 mètres lors de l'étiage en juillet ou en août (selon l'année). Les limnées ne vivent pas avec la même densité sur toute la zone si bien que la superficie de l'habitat peut être estimée à 16 mètres carrés au cours des mois d'été.

Le trait caractéristique dans cette station est la variation périodique du niveau de l'eau au cours de la journée. Cette fluctuation est liée à l'activité de l'usine:

- lorsque du courant électrique est produit, le débit de l'eau est fortement accru, se traduisant par un rejet plus important de celle-ci dans le canal de sortie;
- si les machines sont arrêtées, le niveau de l'eau dans le canal tombe rapidement à un minimum qui varie en fonction des mois de l'année.

Il en résulte une immersion régulière des habitats pendant 3 heures, suivie d'une diminution graduelle de l'eau. Ce processus n'est cependant pas régulier tout au long de l'été: en juin ou en septembre, l'eau recouvre périodiquement le gîte tandis qu'à la mi-juillet ou en août, elle ne s'étend que sur une partie de l'habitat, ce qui se traduit par le maintien de l'activité pour une partie des limnées tandis que les autres mollusques sont fixés en immobilité permanente, dans les secteurs les plus élevés du gîte.

La position excentrée de cette station protège la population de limnées contre les crues hivernales de la rivière dont les effets peuvent être néfastes sur les effectifs de l'espèce.

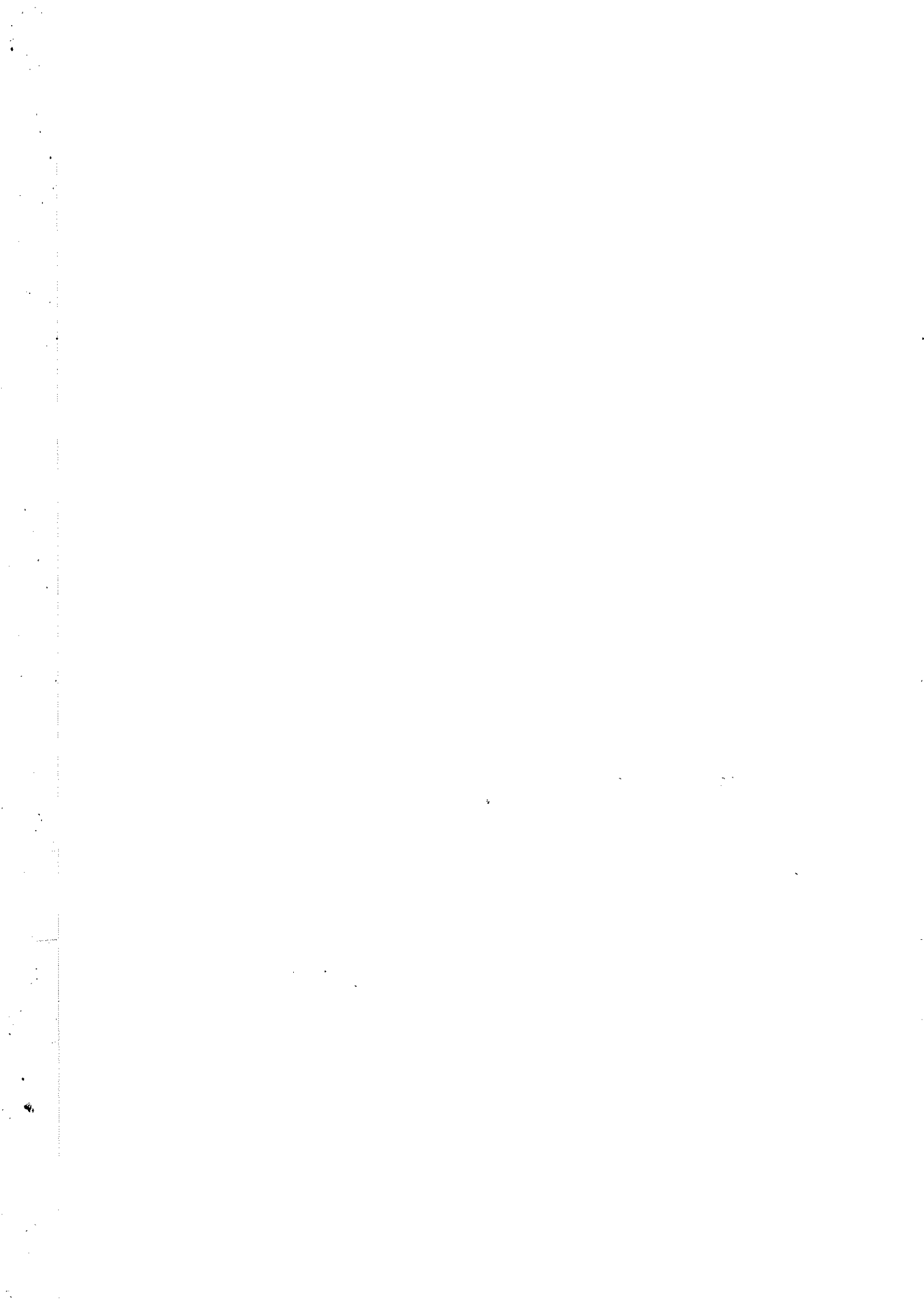


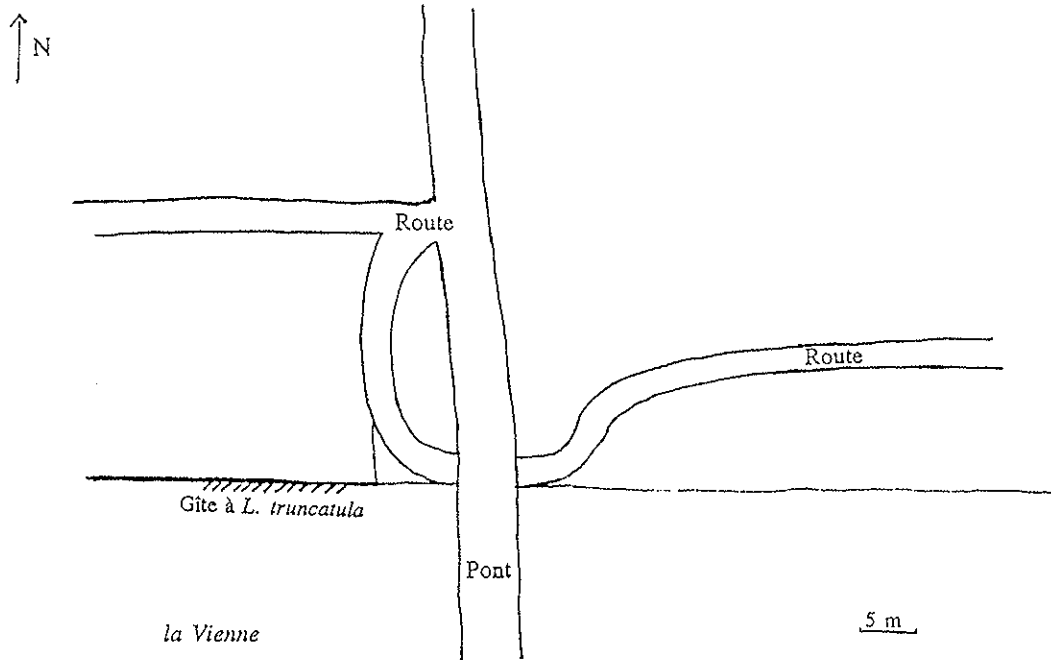


Planche B.

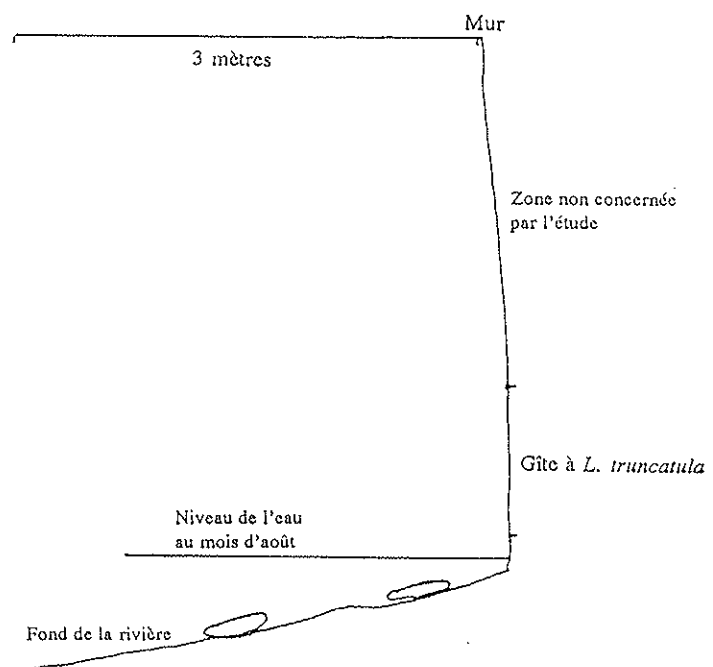
Les deux stations concernées par notre étude sur les effectifs de *L. truncatula*:

- Gîte A de Saint-Gaultier (Indre), en bordure de la Creuse: n° 1.
- Site de Saint-Victurnien (Haute-Vienne), le long de la Vienne: n° 2.

Les flèches indiquent les zones où vivent les limnées.



a



b

Figure 13.
 Localisation de la station à Limnées tronquées
 à Saint-Victurnien (Haute-Vienne):
 - d'après la carte topographique I.G.N. au 1/25.000^e.
 La zone correspondant au gîte est hachurée: 13a.
 - Transect réalisé dans la rive droite
 pour montrer la disposition du gîte à limnées: 13b.

B. STATION B DE SAINT-GAULTIER (INDRE).

Elle est voisine du gîte A. Elle se situe sur la rive droite de la rivière (la Creuse) et s'étend sur 30 mètres environ, au pied du pont S.N.C.F. La carte 12a indique sa localisation.

Composée de sable avec quelques blocs rocheux, cette berge présente une pente douce et sa hauteur est de 40 cm environ. Les limnées sont surtout regroupées autour des blocs rocheux qui parsèment la rive.

Cette station B n'a aucun contact avec le gîte A situé dans le canal. L'étiage de la rivière est beaucoup plus tardif que dans la première station. Il en résulte une exondation de la rive droite à partir de la fin juillet.

C. STATION DE SAINT-VICTURNIEN (HAUTE-VIENNE).

Elle se situe au niveau du pont qu'emprunte la route D 32 sur la Vienne. Elle débute à 10 mètres de l'ouvrage, sur la rive droite et s'étend sur 30 mètres.

La figure 13a montre la situation précise de cet habitat dans le bourg de Saint-Victurnien. Une photographie (planche B, n° 2) illustre cette station.

L'habitat des mollusques s'étend sur un mur, en bordure d'un jardin. Sa longueur est de 30 mètres environ. Les limnées vivent dans la zone la plus basse, entre + 20 et + 40 cm à partir du fond de la rivière. La superficie totale du gîte est de 6 m² environ lors des mois d'été. L'altitude est de 184 m en moyenne.

Le mur est constitué de pierres qui sont en partie déchaussées par le courant. Des alluvions et une couverture algale s'observent dans les fissures entre les blocs rocheux (figure 13b). Les limnées vivent en abondance dans les interstices ce qui les protège des effets du courant lorsque l'habitat est immergé sur la plus grande partie de l'année mais elles se rencontrent à la surface des blocs en été.

La position relativement exposée de cette station se traduit par un dessèchement brutal lorsque l'eau courante diminue lors de l'étiage. Ceci se traduit par la mort brutale de nombreux mollusques et seule l'humidité résiduelle des fissures permet la survie de quelques limnées. La zone humide est alors limitée à une bande étroite qui longe la nappe d'eau, sur 2 ou 3 cm de hauteur.



III. - QUELQUES CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES SUR LES DEUX RIVIÈRES.

A. LA CREUSE.

Les grands traits de la rivière sont nettement moins perceptibles au niveau de la station A car cette dernière se situe sur un canal qui est placé en dérivation par rapport au lit de la rivière. D'autre part, la présence d'un courant permanent, même au moment de l'étiage, retentit sur les dépôts de matière organique qui sont peu nombreux.

Au niveau de Saint-Gaultier, la Creuse se situe dans la partie moyenne de sa vallée. Sa profondeur est relativement faible: 30 à 50 cm au moment de l'étiage, dans le lit central ce qui permet l'installation de nombreux herbiers constitués essentiellement par *Ranunculus fluitans*. Les eaux sont chargées en alluvions d'où des dépôts d'importance variable sur le fond du lit et les rives.

Les crues hivernales sont peu nombreuses mais leur intensité et leur durée sont parfois importantes car elles recouvrent le gîte à limnées sur plus de deux mètres d'eau pendant plus de 15 jours. La diminution des eaux au moment des mois d'été (étiage) s'effectue par paliers en juillet tandis que leur remontée est plus variable.

B. LA VIENNE.

Au niveau de Saint-Victorien, la rivière se situe aussi dans la partie moyenne de la vallée. Les versants de celle-ci sont dissymétriques car ils sont plus abrupts au Nord qu'au Sud (BOTINEAU, 1985).

La nappe d'eau y est profonde de 0,8 à 2 mètres. Les eaux sont considérées comme eu-mésotrophes car elles sont plus ou moins riches en matières organiques. Des dépôts alluviaux s'observent nettement au moment de l'étiage: ils sont parfois envahis par la végétation et leur pH est compris entre 5,6 et 6,5.

Comme la rivière précédente, la Vienne subit des crues pendant l'hiver si bien que l'habitat peut être recouvert d'eau sur plus d'un mètre de hauteur mais ces crues ne durent pas plus d'une semaine.

Paramètres climatiques	Saint-Gaultier (poste météo du Blanc)	Saint-Victurnien (poste météo de Limoges-Bellegarde)
Précipitations: - Moyenne annuelle. - Nombre de jours de pluie par an.	729,5 mm 153	973 mm 174
Températures: - Moyenne annuelle. - Température minimale moyenne annuelle. - Température maximale moyenne annuelle. - Amplitude thermique.	11,4° C 6,8° C 13,1° C 6,3° C	10,8° C 6,1° C 15,5° C 9,4° C
Nombre de jours par année: - Gelées. - Orages. - Grêle. - Brouillard. - Neige.	57 3,7 0,2 4,6 7	64 23 3 64 15

Tableau VI.

Les principales composantes climatiques pour les deux stations d'étude d'après les renseignements fournis par les Stations Météo-France de Châteauroux-Déols (Indre) sur une période de 48 ans (1947-1994) et de Limoges-Bellegarde (Haute-Vienne) sur une période de 55 ans (1939-1994).

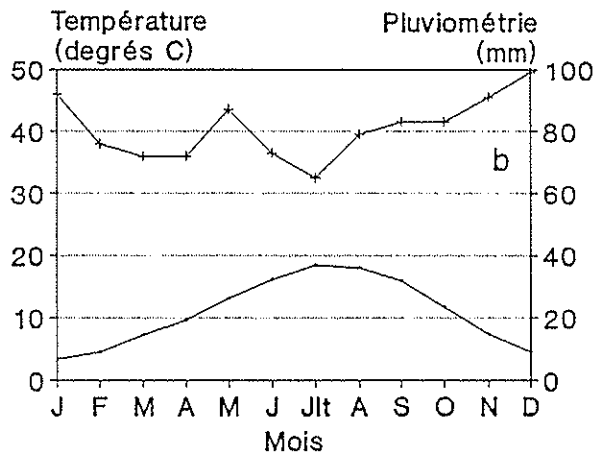
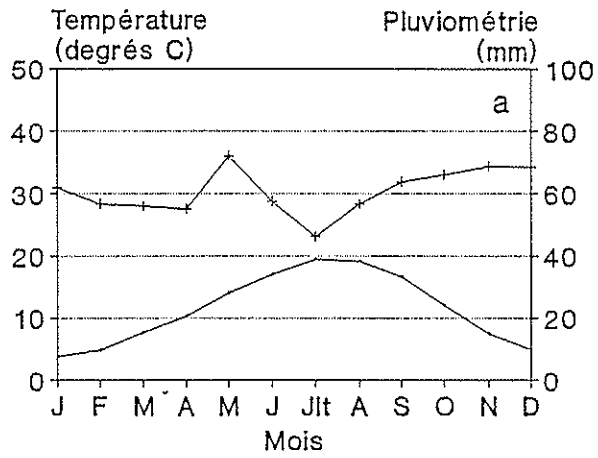


Figure 14.
 Diagrammes ombrothermiques réalisés à partir des données fournies
 par les Stations Météo-France de Châteauroux-Déols (Indre): 14a
 et de Limoges-Bellegarde (Haute-Vienne): 14b.
 Symboles: • (température). + (pluviométrie).

L'étiage commence au début de juillet et se termine en septembre: la diminution de l'eau est progressive si bien que l'habitat s'exonde très progressivement; par contre, la remontée des eaux peut être brutale.

IV. - CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES.

A. GÉOLOGIE.

Les deux stations A et B de Saint-Gaultier reposent sur des calcaires durs du Jurassique tandis que celle de Saint-Victurnien a un sous-sol constitué par des embréchites à deux micas.

B. CLIMATOLOGIE.

Les données de ce paragraphe proviennent des informations que les Stations Météo-France de Châteauroux-Déols (Indre) et de Limoges-Bellegarde (Haute-Vienne) ont mises à notre disposition dans le cadre de cette étude.

Nous avons condensé la plupart de ces chiffres sur la tableau VI. La figure 14 montre, d'autre part, les diagrammes ombrothermiques pour les postes du Blanc (Indre) et de Limoges-Bellegarde.

La lecture du tableau VI permet les remarques suivantes:

- La Haute-Vienne est nettement plus arrosée que l'Indre (973 mm fournis en 174 jours de pluie au lieu de 729 mm en 153 jours). Cette différence dans la pluviométrie annuelle peut s'expliquer en grande partie par l'altitude des stations.

- En revanche, les températures moyenne et minimale y sont plus faibles. La première est de 10,8° C à Limoges au lieu de 11,4° C au Blanc tandis que la seconde est respectivement de 6,1° et de 6,8° C. A l'inverse, la température maximale annuelle est plus élevée à Limoges qu'au Blanc: 15,5° C au lieu de 13,1° C. L'écart thermique moyen subit donc une influence avec 9,4° C à Limoges, 6,3° C au Blanc.

- On retrouve également des différences dans les autres paramètres climatiques. Le nombre de jours de gelée est ainsi de 57 au Blanc et de 67 à Limoges. Les jours avec neige sont également au nombre de 7 et de 15 respectivement. Par contre, les brouillards sont peu

fréquents dans l'Indre: 4,6 jours par an au lieu de 64 jours à Limoges. Il en est de même pour les jours avec des orages: 3,7 par an dans l'Indre au lieu de 23 dans la Haute-Vienne.

L'examen des deux diagrammes ombrothermiques (fig. 14) montre une certaine similitude dans les deux courbes de la pluviométrie mensuelle bien que les valeurs soient plus élevées à Limoges qu'au Blanc. Les mois les plus arrosés sont ceux de décembre et janvier à Limoges, de novembre et décembre au Blanc. Dans les deux cas, on retrouve également un pic dans la pluviométrie en mai.

Malgré ces quelques différences, ces deux zones ont un climat continental, modulé par l'influence océanique en raison des flux humides qui viennent de l'Océan Atlantique (VILKS, 1974, 1991).

V. - LA MALACOFAUNE ASSOCIÉE.

La Limnée tronquée n'est pas le seul mollusque aquatique qui vit dans ces deux stations. D'autres espèces sont également présentes. Nous présentons ci-dessous quelques traits sur cette malacofaune car on retrouve parfois quelques individus au contact des Limnées tronquées lors de l'étiage.

Deux espèces aquatiques se rencontrent dans les deux stations: *Lymnaea peregra ovata* et *Physa acuta* mais leur nombre est toujours faible (3 ou 4 sur 3 m²). Citons, de plus, le Prosobranche *Bythinia tentaculata* dans le lit de la Creuse à Saint-Gaultier.

Des mollusques hygrophiles colonisent les berges émergées lors du retrait des eaux. Dans les deux stations, on retrouve une succinée (*Succinea putris*) et un mollusque prédateur (*Zonitoides nitidus*). Bien que leurs effectifs soient faibles (1 ou 2 sur 3 m²), on constate une variation de ces nombres selon l'année comme nous l'avons observée en 1994 et 1995.

Les autres mollusques sont nettement plus rares. Il s'agit de la Limace rouge (*Arion ater rufus*), d'une petite limace noire (*Deroceras laeve*) et d'un mollusque qui vit sur les talus proches (*Cochlicopa lubrica*).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les expériences réalisées dans le cadre de ce mémoire sont au nombre de trois. Les deux premières portent sur des observations sur le terrain tandis que la dernière est représentée par des infestations expérimentales de limnées dans les conditions du laboratoire. Il était donc logique de rassembler dans un chapitre le matériel animal, le protocole et la méthodologie que nous avons utilisés au travers de cette expérimentation.

Le premier paragraphe traite du matériel biologique sur lequel nous avons travaillé (limnées, parasites). L'exposé du protocole est réalisé dans la deuxième subdivision. Les techniques d'étude, les paramètres étudiés et les tests statistiques sont présentés dans les trois derniers temps de ce chapitre.

I. - MATÉRIEL BIOLOGIQUE.

A. MOLLUSQUES.

Les observations écologiques ont été réalisées sur les Limnées tronquées qui vivent dans les stations de Saint-Gaultier (Indre) et de Saint-Victurnien (Haute-Vienne). Les caractéristiques de ces stations ont déjà été précisées dans le chapitre deuxième.

Des infestations expérimentales ont été effectuées sur quatre colonies de *L. truncatula*. Les coordonnées géographiques de ces populations sont précisées sur le tableau VII. Le

Population.	Localisation précise de l'habitat.	Nombre de limnées récoltées.	Observations.
Saint-Gaultier (Indre).	Rive droite de la Creuse au pied du pont S.N.C.F. et dans les environs immédiats.	300	-
Limoges (Haute-Vienne).	Rives droite et gauche de la Vienne, aux environs du Pont Saint-Etienne.	250 ^a	-
Saint-Priest-Taurion (Haute-Vienne).	Rive droite de la Vienne, au niveau du pont routier.	250 ^a	-
Saint-Martin-Terressus (Haute-Vienne).	Rives droite et gauche du Taurion, au niveau du pont routier et sur une berge située à 50 m en amont.	500 ^a	Cette population de limnées est soumise à des variations périodiques du niveau de l'eau, entraînant l'inondation de l'habitat même en été.

^a. Des mollusques ont été élevés en terrarium (lots ET) et d'autres en aquarium (lots EA). Les témoins ont été élevés seulement en aquarium.

Tableau VII.
Les quatre populations de *L. truncatula* utilisées pour les infestations expérimentales.

nombre de mollusques prélevés dépend de l'effectif de chaque colonie: 250 ou 300. Les animaux ont été récoltés au début du mois de juillet (hauteur de 3 mm). Ils ont été transportés au laboratoire dans des conditions isothermes et placés dans des aquariums standard pendant 48 heures à 20° C avant d'être soumis à l'expérimentation.

B. *PARASITE*.

Les oeufs de *F. hepatica* ont été prélevés chez des bovins à l'abattoir de Limoges. Ces animaux sont originaires de plusieurs fermes situées dans les cantons de Nexon et de Saint-Yrieix-la-Perche.

Les oeufs proviennent de la vésicule biliaire de ces Ruminants. La bile est recueillie dans des bocaux de deux litres et transportée au laboratoire. Les oeufs sont soumis à plusieurs lavages à l'eau du robinet, tamisés et placés dans de petits récipients sous une couche d'eau de 1 cm d'épaisseur (à raison de 100 à 200 oeufs par flacon). Ils sont ensuite placés à 20° C pendant 20 jours, à l'obscurité totale (OLLERENSHAW, 1971) pour que l'incubation s'effectue.

Après ce temps d'incubation, les oeufs sont exposés pendant 1 heure sous un éclairage artificiel et on observe alors l'éclosion des miracidiums.

Les oeufs de *F. hepatica* utilisés pour ces infestations ont tous été utilisés entre le 20^e et le 28^e jour après l'abattage des bovins.

II. - PROTOCOLE DE L'ÉTUDE.

Le tableau VIII (page suivante) présente les caractéristiques des trois expériences que nous avons réalisées en 1994 et 1995.

A. *LES GÎTES DE L. truncatula*.

Nous avons procédé à un recensement de ces habitats en juillet 1994 dans chaque secteur d'étude. Les observations ont été réalisées sur les deux rives afin de:

- déterminer la localisation exacte des gîtes par rapport au cours de la rivière et aux ouvrages (ponts, digues, ...) qui la jalonnent.

Expériences	Description	Observations
Localisation des gîtes à Limnées tronquées dans les deux secteurs.	- Recensement des habitats sur les rives des deux rivières en juillet lors de l'étiage.	Ces investigations ont été réalisées dans les endroits accessibles.
Observations écologiques sur les <i>L. truncatula</i> dans les deux stations.	- Localisation des limnées par rapport au niveau de l'eau. - Détermination des effectifs. - Mesure de la hauteur de leur coquille. - Étude du nombre des pontes et de leur taille.	Les décomptes et les mesures sont effectués sur une aire de 3 m ² par station et par relevé.
Infestations expérimentales de <i>L. truncatula</i> par <i>F. hepatica</i> .	Pour chaque population: - un lot témoin (50 ou 100 limnées). - un lot ou deux lots infestés par <i>F. hepatica</i> (100 ou 200 limnées par lot) ^a .	2 miracidiums par limnée chez les lots expérimentés. Elevage à 20° C. Les émissions cercariennes sont étudiées chaque jour jusqu'à la mort des limnées.

^a. Un seul lot a été constitué pour la population de Saint-Gaultier et deux lots dans les trois autres colonies. Dans ce dernier cas, les mollusques du premier groupe ont été élevés en aquarium (EA) tandis que ceux du second sont placés dans un terrarium (lot ET).

Tableau VIII.
Les principales caractéristiques des trois expériences que nous avons réalisées avec les *L. truncatula* de rivière.

- préciser la longueur de la rive sur laquelle s'étendent les habitats de la limnée.
- définir la taille de chaque colonie en décomptant les mollusques présents à cette période, à savoir les mollusques transhivernants (provenant de l'année précédente) et les descendants nés à la fin de juin.

B. L'ÉCOLOGIE DE *L. truncatula* SUR LES BERGES DE RIVIÈRE.

Des relevés bimensuels ont été effectués de la mi-juin jusqu'au 15 octobre 1995 dans les stations de Saint-Gaultier et de Saint-Victorien. Chaque prospection porte:

- sur une surface unique de 3 m² qui s'étend sur toute la largeur des deux habitats à Saint-Gaultier. Cette aire recouvre donc la berge émergée jusqu'aux 15 premiers centimètres de la nappe d'eau.

- sur trois surfaces de 1 m² choisies au hasard dans la station de Saint-Victorien.

Sur ces deux types d'aires, nous avons étudié respectivement:

- a) la localisation des mollusques dans chaque station en tenant compte du niveau de l'eau et de leur état physiologique (en activité, en immobilité permanente),
- b) le dénombrement des mollusques en fonction de leur hauteur de coquille et de leur état physiologique.

C. L'INFESTATION EXPÉRIMENTALE DE CES LIMNÉES.

Deux ou trois groupes ont été constitués en 1994 ou en 1995 à partir des mollusques récoltés dans chaque population. Le premier est fort de 50 ou 100 limnées et sert de témoin. Les autres limnées ont été exposés aux miracidiums de *F. hepatica* à raison de 2 larves par mollusque.

Les limnées sont élevées jusqu'au 30^e jour à 20° C, dans des aquariums en circuit fermé (lots EA) ou dans des terrariums (lots ET). Les survivants sont par la suite isolés dans des boîtes de Pétri (de 35 mm de diamètre) avec 2 ou 3 ml d'eau et un fragment de salade pour étudier les émissions cercariennes des limnées parasitées. La surveillance de ces mollusques est journalière et s'effectue jusqu'à leur mort.

Lors de chaque relevé, on procède au décompte des métacercaires formées, au changement du milieu par de l'eau plus fraîche et, éventuellement, au remplacement de la salade. Les décomptes ont eu lieu entre 14 et 16 heures car la plupart des émissions s'effectuent au cours de la nuit (AUDOUSSET *et al.*, 1989).

Lorsque le mollusque meurt, la hauteur de la coquille est mesurée. Le cadavre est ensuite disséqué sous loupe binoculaire afin de décompter les rédies de *F. hepatica* présentes dans la masse viscérale.

III. - MÉTHODOLOGIE.

A. DÉNOMBREMENT DES MOLLUSQUES ET DES PONTES SUR LE TERRAIN.

Les limnées présentes dans les quadrats sont décomptées par chasse à vue. Il n'y a pas de récolte des animaux si bien que les mollusques restent toujours sur leur support.

Quatre caractéristiques sont transcrites sur la feuille de relevé pour chaque individu:

- son état physiologique (en activité normale: A, ou en fixation permanente: F).

- la distance horizontale qui existe entre le mollusque et le niveau de l'eau (dans le cas de Saint-Gaultier). Elle est exprimée par un chiffre affecté d'un signe + si la limnée est exondée ou d'un signe - si l'animal est immergé.

- la distance verticale entre la position du mollusque et la surface de l'eau (dans les deux stations). Le chiffre est affecté des mêmes signes comme pour la distance horizontale.

- la hauteur de la coquille mesurée à l'aide d'une règle graduée.

Le même processus a été adopté pour les coquilles vides.

B. L'EXPOSITION AUX MIRACIDIUMS.

Elle est réalisée en plaçant la limnée dans une boîte de Pétri de 35 mm de diamètre, avec 2 ou 3 ml d'eau provenant de la station d'origine. Deux miracidiums fraîchement éclos sont prélevés à la pipette parmi ceux qui nagent en "banc de poissons". Ils sont expulsés dans la boîte de Pétri et les partenaires sont laissés en contact pendant 4 heures à la température de 20° C.

Une surveillance est assurée toutes les dix minutes pour réimmerger les limnées qui sortent de l'eau.

C. L'ÉLEVAGE DES MOLLUSQUES.

1. En aquariums.

Au terme des 4 heures, les mollusques sont placés dans des aquariums en circuit fermé, recouverts d'une vitre pour y être maintenus pendant 30 jours à 20° C. Le fond de ces récipients est garni de graviers et de sable sur une épaisseur de 1 cm. La hauteur de la couche d'eau est calculée de manière à laisser un intervalle libre de 2 cm entre le niveau et la vitre afin que les limnées, en raison de leur amphibiose, puissent sortir et circuler sur ces zones exondées.

L'eau est oxygénée en permanence et changée deux fois par semaine. Les limnées sont nourries avec de la salade en lyse.

Les aquariums sont maintenus dans une salle climatisée, aux conditions suivantes: température constante de 20° C, éclairage artificiel de 12 heures diurnes avec une intensité de 3.000 lux au niveau des aquariums.

L'eau des aquariums est changée une première fois en totalité au 14^e jour d'expérience. Elle est renouvelée ensuite tous les huit jours.

2. En terrariums.

Les limnées ont été élevées selon la technique préconisée par PÉCHEUR (1974). Des pierres et du sable prélevés dans la station d'origine sont disposés dans des bacs (superficie, 0,66 m²) de manière à constituer une rigole serpentant entre des buttes de 4 à 5 cm de hauteur. Un courant d'eau permanent (débit: 1 litre/min; vitesse: 0,5 cm/sec) circule dans la rigole avant d'être évacué à l'extérieur et récupéré par une pompe qui le renvoie dans le circuit.

Les mollusques sont élevés dans ces terrariums à raison de 50 par bac. Les autres caractéristiques de la maintenance sont identiques à celles que nous avons décrites pour les aquariums.

Paramètres étudiés	Définition
Taux de survie au 30 ^e jour (en %)	Déterminé par le rapport entre le nombre de survivants et l'effectif initial des mollusques au départ de l'expérience.
Fréquence des mollusques infestés avec émission.	Elle est calculée par le rapport entre le nombre de mollusques concernés et l'effectif des survivants au 30 ^e jour.
Durées: - de survie du mollusque. - de la période prépatente. - de la période patente.	Elles correspondent respectivement à l'intervalle de temps: - entre le début de l'expérience et la mort des limnées. - entre l'exposition aux miracidiums et la première émission cercarienne. - de la première émission à la mort du mollusque.
Nombre de cercaires.	Le nombre total correspond à l'ensemble des métacercaires et des cercaires émises par les limnées d'une série. Le nombre moyen se rapporte à une limnée avec émission.
Pourcentage de kystes flottants.	Il est établi dans chaque série en rapportant le nombre de kystes flottants à l'ensemble des métacercaires formées, quel que soit leur type.
Nombre de rédies dans le cadavre des mollusques.	Le décompte s'effectue en considérant le nombre total des rédies dans la masse viscérale et le nombre de celles qui possèdent des procercaires ou des cercaires intra-rédiennes.

Tableau IX.

Les paramètres utilisés lors de l'étude des caractéristiques générales de l'infestation fasciolienne, leur définition et/ou leur mode de calcul (d'après DREYFUSS, 1994).

Termes techniques	Définition
Rythme dans la production journalière des cercaires	Un rythme infradien a une périodicité supérieure à 24 heures.
Vague d'émission.	La vague est caractérisée par la production de 10 cercaires au moins sur un ou plusieurs jours. L'étude porte sur le nombre de vagues dans les différentes séries.

Tableau X.

Quelques termes techniques et leur définition.
(d'après DREYFUSS, 1994).

IV. - PARAMÈTRES UTILISÉS.

A. SUR LE TERRAIN.

Le paramètre retenu lors du recensement des gîtes à *L. truncatula* (première expérience) porte sur la taille de chaque colonie en juillet. Les valeurs individuelles sont exprimées sous forme de cotes d'abondance répertoriées dans le tableau suivant:

Taille de la colonie en juillet 1994	Cotes
de 1 à 10	●
de 11 à 20	●
de 21 à 50	●
de 51 à 100	●
101 et plus	●

Les autres paramètres se rapportent tous à la seconde expérience. Il s'agit:

- du nombre de limnées en activité ou en fixation permanente,
- de la distance horizontale qui existe entre chaque mollusque et le niveau de l'eau dans le cas de Saint-Gaultier.
- de la distance verticale entre la position de la limnée et la surface de l'eau dans les deux stations.
- de la hauteur de la coquille.
- du nombre de pontes relevées dans chaque quadrat et de leur taille.

B. AU LABORATOIRE.

La plupart des caractéristiques sont répertoriées sur le tableau IX. Nous avons considéré:

- (1) le taux de survie des mollusques au 30^e jour de l'expérience.



- (2) la fréquence des mollusques parasités, émettant des cercaires.
- (3) la durée globale de vie chez les témoins et les limnées parasitées, depuis le début de l'expérience jusqu'à leur mort.
- (4) la hauteur *post-mortem* du mollusque.
- (5) la durée de la période prépatente et (6) celle de la période patente.
- (7) l'effectif total des cercaires produites par les limnées et le nombre moyen pour un mollusque.
- (8) le pourcentage des kystes flottants.
- (9) le nombre de rédies présentes dans le cadavre des limnées.

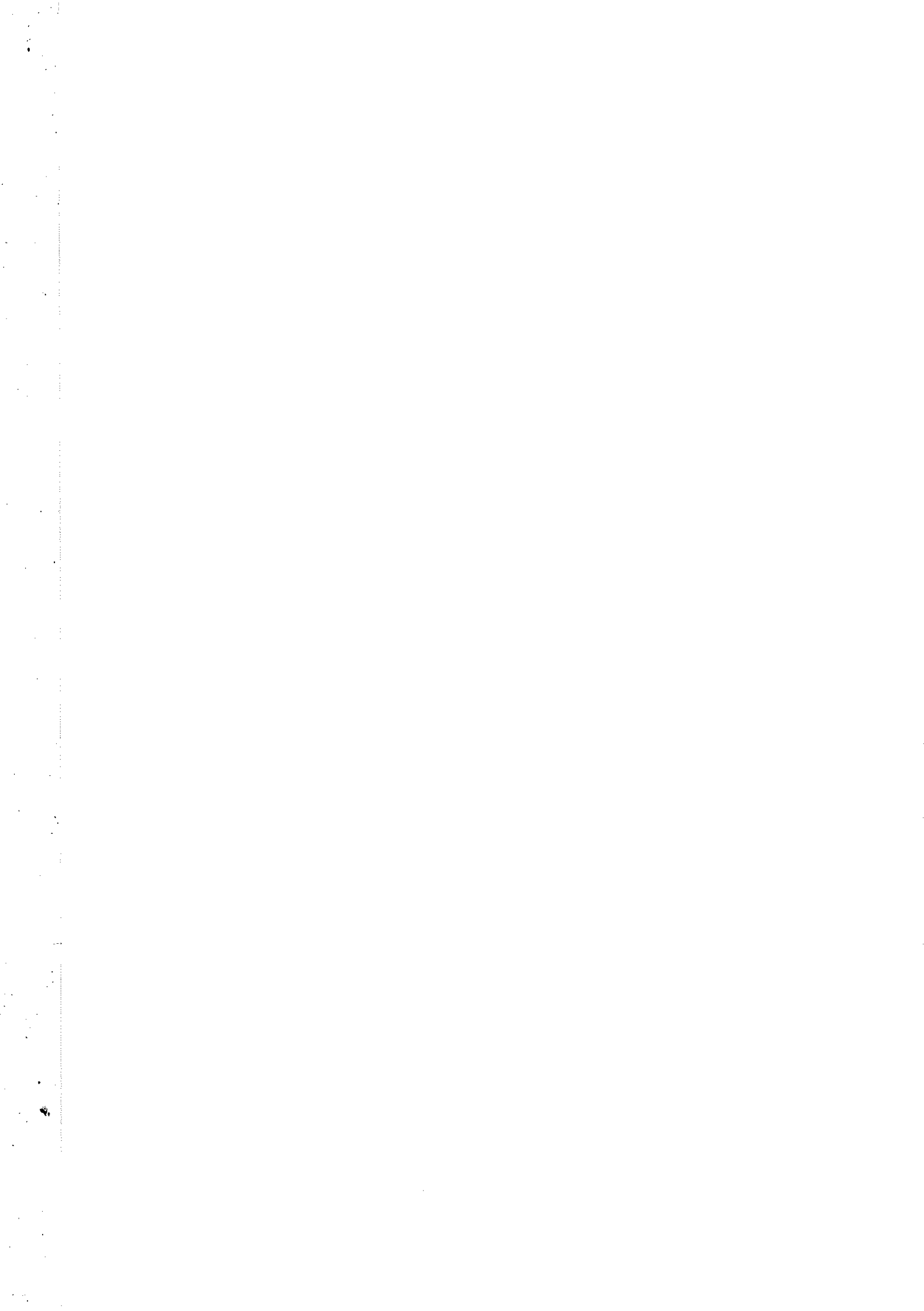
Le tableau X présente deux paramètres relatifs aux émissions cercariennes. La recherche d'un rythme infradien éventuel se réalise en calculant (10) le nombre de cercaires par limnée et par jour dans chaque colonie de mollusques afin de voir s'il existe une périodicité dans la distribution de ces moyennes dans le temps. Le paramètre (11) est le nombre de vagues d'émission pour chaque limnée.

V. - EXPRESSION DES RÉSULTATS.

Les valeurs individuelles obtenues pour les facteurs (3) à (11) sont ramenées à une moyenne, encadrée d'un écart type, en tenant compte:

- de la nature du paramètre,
- de la date du relevé et de la station pour les observations sur le terrain,
- de la colonie en cause et de la série (témoins, lots ET ou EA) pour l'expérience que nous avons effectuée dans les conditions du laboratoire.

La plupart des données ont été traitées par le test de comparaison des fréquences expérimentales ou l'analyse de variance (STAT-ITCF, 1988). Les valeurs moyennes recueillies pour le nombre de métacercaires par limnée et par jour ont, de plus, été soumises au test d'auto-corrélation (BROOM, 1979).



LA DISTRIBUTION DES LIMNÉES TRONQUÉES DANS LES DEUX SECTEURS D'ÉTUDE

Nous avons regroupé à part nos observations sur la distribution des colonies du mollusque dans les deux secteurs d'étude. Les résultats font l'objet de ce chapitre.

Le plan tient compte de la localisation des gîtes à limnées, puis des effectifs du mollusque et, enfin, de la superficie des habitats.

Les données recueillies dans le secteur de la Creuse (département de l'Indre) seront exposées dans chaque paragraphe avant celles qui se rapportent au secteur de la Vienne (département de la Haute-Vienne).

I. - LOCALISATION DES GÎTES À LIMNÉES.

A. SECTEUR DE LA CREUSE.

Nous avons transcrit sur la figure 15 (page suivante) l'emplacement des gîtes à limnées sur les deux berges de la rivière en juillet 1994. La zone d'étude s'étend sur une longueur de 10 km environ, depuis le pont S.N.C.F. de Saint-Gaultier (situé à côté de l'Illon) jusqu'au Moulin du Rabois à Argenton-sur-Creuse.

La figure tient compte aussi de l'abondance des colonies.

Figures 15 et 16

Localisation des gîtes à Limnées tronquées:

- dans le secteur de la Creuse: fig. 15 (ci-contre).

- dans le secteur de la Vienne: fig. 16 (au verso).

L'abondance des colonies y est indiquée à l'aide de symboles.

Symboles

Abondance des limnées par gîte	Symboles
0	○
de 1 à 10	●
de 11 à 20	●
de 21 à 50	●
de 51 à 100	●
101 et plus	●

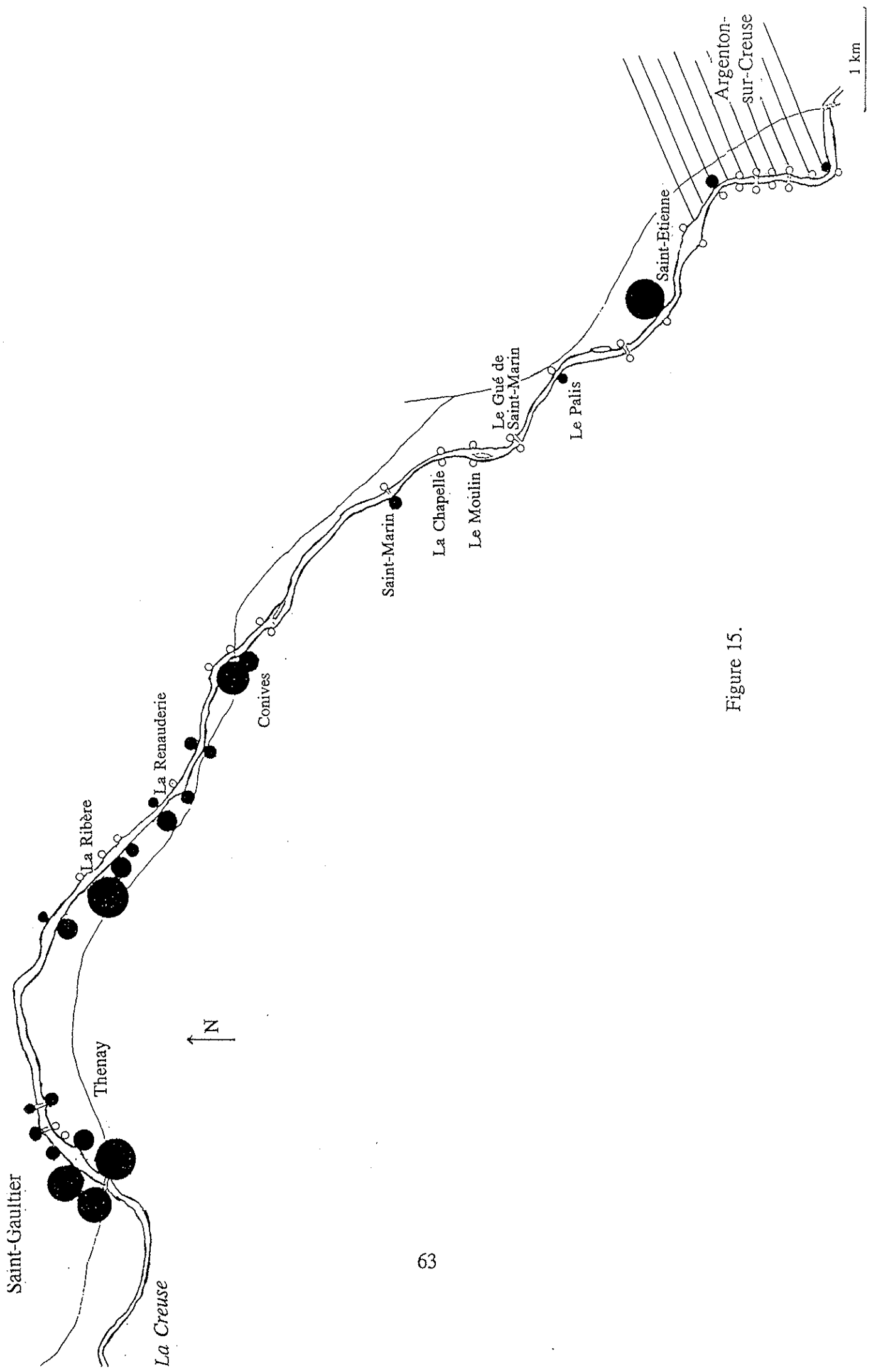


Figure 15.

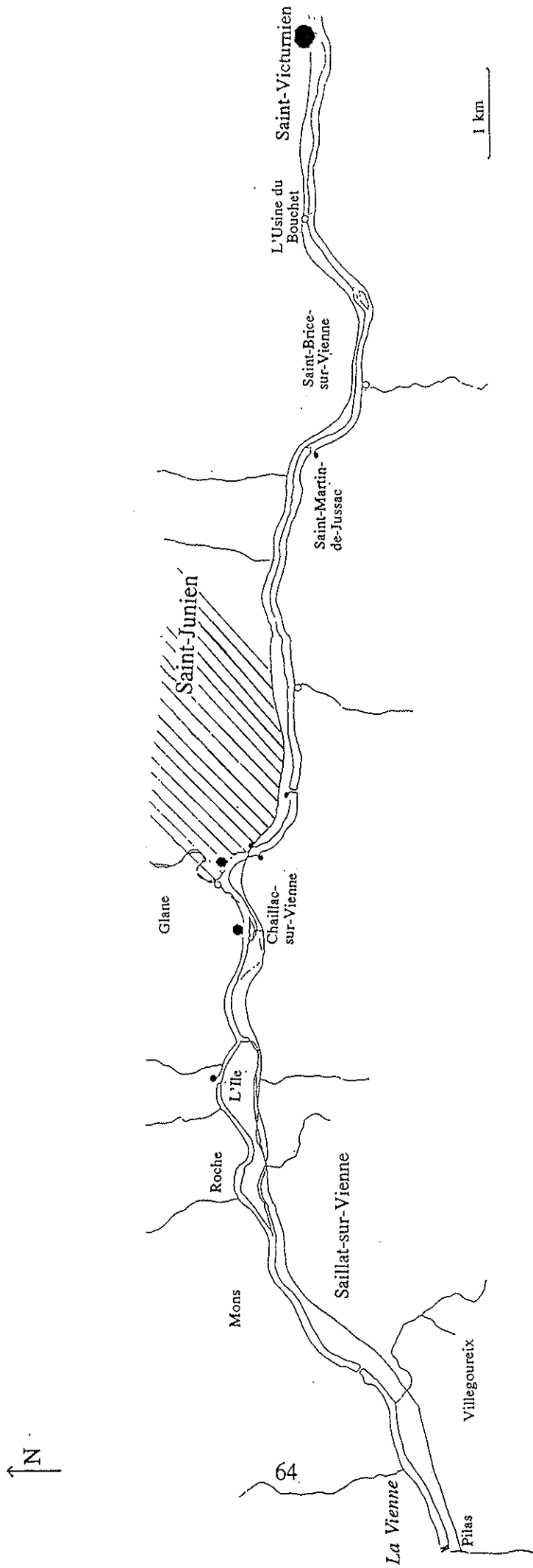


Figure 16.

La lecture de la figure 15 permet les remarques suivantes:

- Nous n'avons pas observé de Limnées tronquées dans 35 sites (sur les 62 où les relevés ont été effectués).

- La distribution du mollusque sur les 27 autres stations montre de grandes variations. *L. truncatula* est, en effet, abondante dans 6 gîtes (avec 101 individus et plus) alors que les effectifs sont nettement plus faibles dans les autres habitats.

- Les colonies sont nettement plus nombreuses en limnées au niveau du quartier de Saint-Etienne (ville d'Argenton-sur-Creuse) et dans le bourg de Saint-Gaultier. Relevons également un effectif maximal au gué de Conives, juste avant le pont S.N.C.F. La densité la plus élevée ne dépasse pas cependant 237 individus à Saint-Gaultier en 1994.

Il est intéressant de mentionner que les nombres importants recensés à Saint-Etienne et Saint-Gaultier (5 cas) se situent dans des canaux provenant d'usines hydro-électriques ou à leur voisinage immédiat. Nous pensons que l'activité de ces usines peut jouer un rôle sur l'abondance du mollusque en raison des variations journalières dans le niveau de l'eau.

Par contre, la population dense constatée à Conives se situe dans une station sur des dalles calcaires, de forme plate et de large étendue. Nous n'avons pas trouvé d'explication pour interpréter ce chiffre élevé.

B. SECTEUR DE LA VIENNE.

La localisation des gîtes à limnées est précisée sur la figure 16. L'examen de cette carte permet les commentaires suivants:

- Le nombre de stations à *L. truncatula* est nettement plus faible que sur la figure 15. Sur les 25 kilomètres où nos relevés ont été réalisés, nous n'avons répertorié que neuf gîtes colonisés par ce mollusque.

- Notre inventaire montre la présence d'un seul habitat avec un effectif important de limnées (101 individus et plus). Il se situe dans le bourg de Saint-Victorien, sur la rive droite en aval du pont routier.

Les autres stations ont de faibles effectifs et se situent à proximité de ponts (6 cas), d'une station d'épuration (1 cas) ou d'une mégisserie (1 cas).

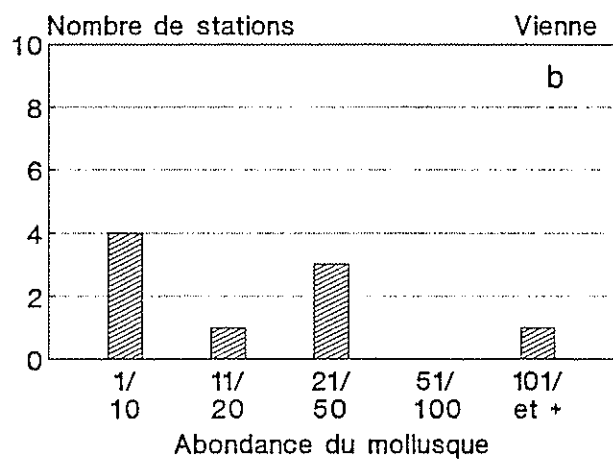
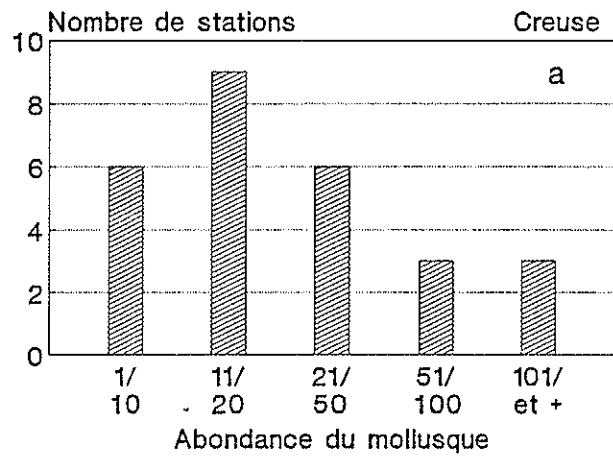


Figure 17.
 L'abondance du mollusque dans les gîtes
 que ce dernier colonise sur les deux secteurs:
 - Secteur de la Creuse (17a).
 - Secteur de la Vienne (17b).

II. - L'ABONDANCE DU MOLLUSQUE.

Les densités de chaque population ont déjà été présentées respectivement sur les figures 15 et 16. Dans un but de clarification, nous avons regroupé ces données sur les deux graphes de la figure 17 en considérant le nombre de stations par rapport à l'abondance de la colonie.

L'examen de ces deux graphes fournit les éléments suivants:

- Dans le secteur de la Creuse (fig. 17a), on constate la présence de six stations avec 51 mollusques et plus par gîte. Les 21 autres habitats sont colonisés en 1994 par 1 à 10 *L. truncatula* (six cas), 11 à 20 mollusques (9 cas) ou 21 à 50 individus (6 cas).

- Dans le secteur de la Vienne (fig. 17b), la répartition des gîtes est différente. si l'on fait exception du bourg de Saint-Victorien avec 101 individus et plus, on note la présence de quatre stations avec 1 à 10 limnées, d'un seul habitat avec 11 à 20 individus et, enfin, de trois sites avec 21 à 50 animaux en 1994.

De cette étude, il faut remarquer que les effectifs de la limnée sont le plus souvent faibles en individus. Les quatre habitats à densité élevée (trois dans le secteur de la Creuse, un dans celui de la Vienne) n'ont présenté qu'un effectif compris entre 101 et 237 mollusques par station.

III. - LA SUPERFICIE DES GÎTES.

Ce paramètre est difficilement mesurable sur les rives des deux cours d'eau. C'est la raison pour laquelle nous avons considéré seulement la longueur de la berge sur laquelle s'étend le gîte à limnées.

Les résultats obtenus sont répertoriés sur la figure 18 (page suivante). Son examen permet les commentaires suivants:

- Les résultats sont pratiquement identiques sur les deux secteurs.

- Si l'on considère les données de la Creuse (fig. 18a), on constate que la longueur des gîtes ne dépasse pas 5 m de rive dans quinze cas, 10 m dans six cas et 15 m dans 4 cas. Les deux dernières stations s'étendent sur 30 m (rive droite de Saint-Etienne) et 35 m (rive gauche, au gué de Conives).

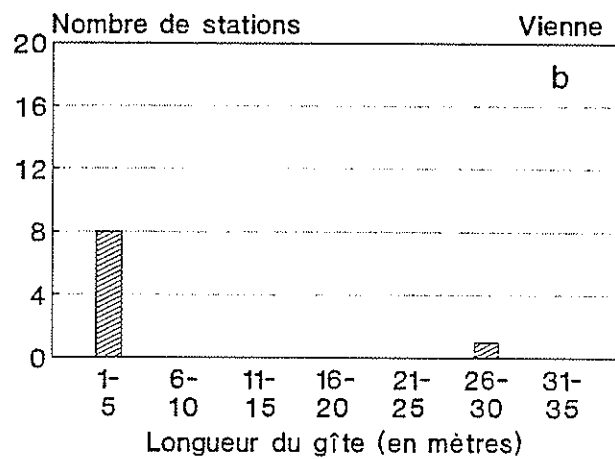
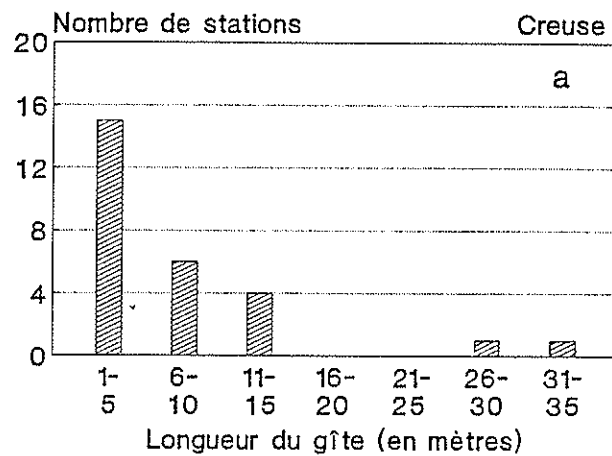


Figure 18.
 La longueur de la rive sur laquelle
 s'étend le gîte à limnées:
 - dans le secteur de la Creuse (18a).
 - dans le secteur de la Vienne (18b).

- Dans l'autre secteur (fig. 18b), on observe une longueur de gîte inférieure à 5 m dans huit cas tandis que la dernière station (Saint-Victurnien) s'étend sur 30 m.

Si l'on rapporte l'abondance de chaque colonie à la superficie de l'habitat qu'elle colonise, on obtient une densité par mètre de rive. Les chiffres sont présentés dans le tableau ci-dessous:

Longueur des gîtes (en mètres)	Densité des limnées par mètre de rive.
- entre 1 et 5 m.	0,2 à 20.
- entre 6 et 10 m.	1,5 à 12,5.
- entre 11 et 15 m.	0,7 à 13,3.
- entre 26 et 30 m.	3,3.
- entre 31 et 35 m.	1,4 à 2,8.

Les densités par mètre de rive sont assez faibles car les chiffres ont été obtenus sur en juin sur les limnées transhivernantes et leurs descendants. La valeur la plus élevée est de 20 limnées tandis que les autres ne dépassent pas 13,5 individus par mètre de rive.

OBSERVATIONS ÉCOLOGIQUES ET ÉTHOLOGIQUES SUR LES LIMNÉES DE RIVIÈRE

Le présent chapitre regroupe les informations que nous avons recueillies de mars à octobre 1995 sur les trois colonies de limnées à Saint-Gaultier et Saint-Victurnien.

Notre plan tient compte des différents paramètres que nous avons détaillés dans le chapitre troisième. Le premier paragraphe est consacré à la hauteur de l'eau dans les trois stations. Les deux subdivisions suivantes portent sur les dimensions de la coquille et l'état physiologique des limnées au cours de la période d'étude. Leur situation par rapport au niveau de l'eau est enfin exposée dans le dernier temps.

Dans tous les cas, nous avons procédé à une étude comparative entre les données de Saint-Gaultier et celles de Saint-Victurnien.

I. - VARIATIONS DU NIVEAU DE L'EAU.

La hauteur de l'eau a été mesurée dans chaque rivière tous les 15 jours entre mars et octobre 1995. Dans les deux cas, la dimension a été déterminée en considérant le fond et non la position des gîtes à limnées.

Les résultats sont transcrits sur la figure 19 (page suivante). L'examen de cette figure permet les remarques suivantes:

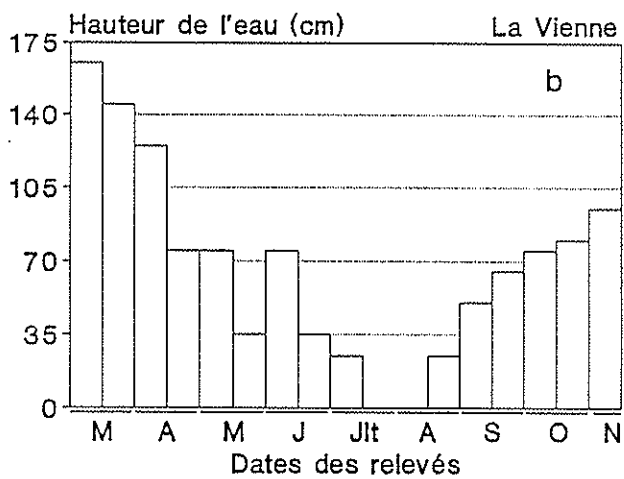
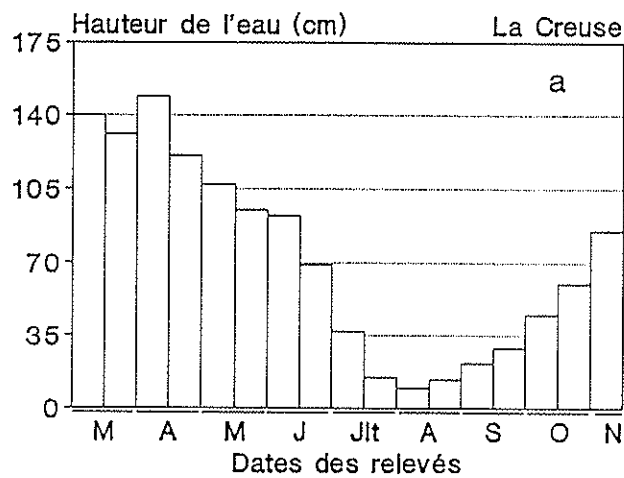


Figure 19.
 Les variations du niveau de l'eau entre mars et octobre 1995:
 - dans la Creuse, à Saint-Gaultier, station A: 19a,
 - dans la Vienne, à Saint-Victurnien: 19b.

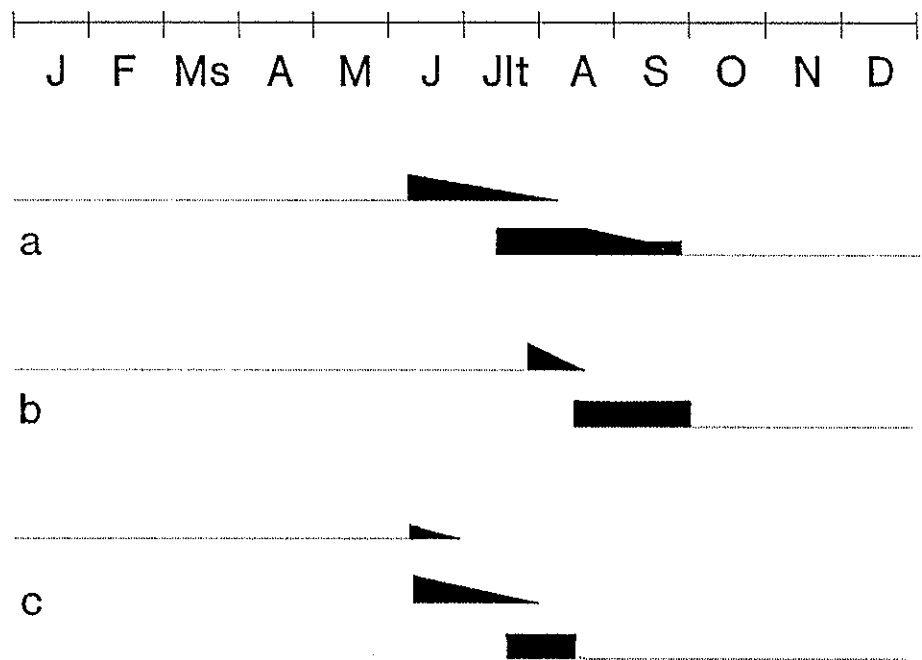


Figure 20.

Les générations annuelles de *L. truncatula* dans les trois stations d'étude. Les figures géométriques correspondent aux périodes où les habitats sont exondés tandis que les pointillés indiquent les mois où les gîtes sont recouverts par l'eau.

Abréviations: a (station A, Saint-Gaultier). b (station B, Saint-Gaultier). c (Saint-Victurnien).

- Le niveau de l'eau à Saint-Gaultier (station A) oscille entre 160 et 97 cm entre mars et mai. Il présente une chute progressive à partir de juin et passe par un minimum en août. A partir de septembre, on note une augmentation du niveau jusqu'à 70 cm au début du mois de novembre (fig. 19a).

La position verticale du gîte à limnées, par rapport au fond du canal, se situe entre + 13 et + 41 cm. La plus grande partie de l'habitat est donc émergée lors de l'étiage de la rivière, c'est-à-dire en juillet, en août et la première moitié de septembre.

- A Saint-Victorien (fig. 19b), on observe le même processus. Le niveau de l'eau décroît depuis le mois de mars jusqu'en juin: de 165 à 25 cm. Il n'y a plus d'eau sur le fond de l'habitat au mois de juillet. Par contre, au mois d'août, le niveau réaugmente jusqu'à 65 cm au début d'octobre.

La position verticale du gîte à limnées se situe entre + 3 et + 60 cm par rapport au fond de la rivière à cet endroit. L'habitat est donc émergé complètement en juillet tandis qu'il est partiellement recouvert en juin et au mois d'août.

II. - NOMBRE DE GÉNÉRATIONS ANNUELLES.

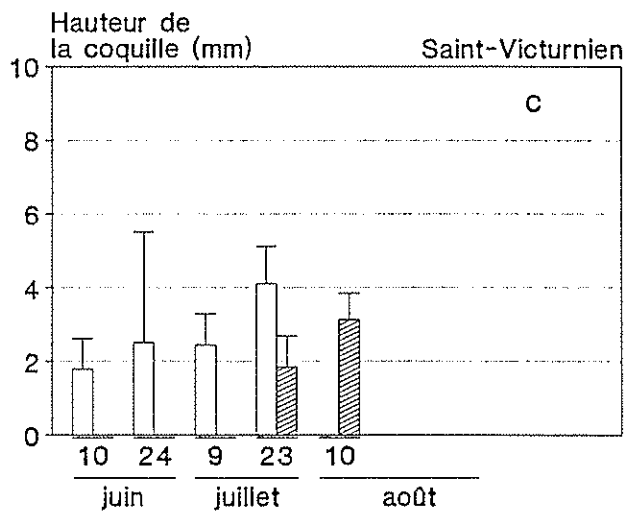
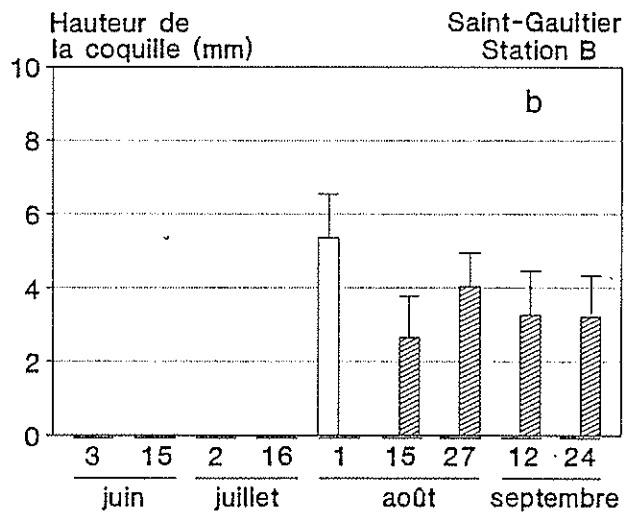
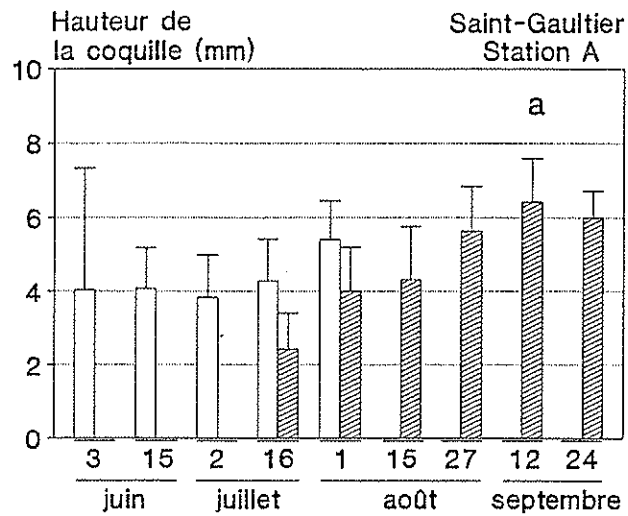
Les résultats des prélèvements effectués dans les trois stations sont présentés dans une annexe (page 115). Ces données se rapportent à la hauteur de la coquille.

La figure 20 présente le nombre de générations annuelles dans chaque gîte par rapport à l'exondation de l'habitat. On peut noter les faits suivants:

- Station A, Saint-Gaultier. Les adultes de la génération précédente déposent leurs pontes dans les 15 premiers jours de juillet. Les descendants s'observent de la mi-juillet jusqu'au 15 août; au-delà, on observe une chute importante de leur nombre (fig. 20a).

- Station B, Saint-Gaultier. L'étiage plus tardif de la rivière se traduit par un dépôt des pontes entre le 1er et le 15 août. Les descendants sont assez nombreux à partir du 15 août et s'observent jusqu'à l'inondation de l'habitat, à partir de début octobre (fig. 20b).

- Station de Saint-Victorien. Deux générations sont présentes lors de l'exondation du gîte. La première débute à partir de juin tandis que la seconde apparaît à partir du 23 juillet. L'inondation de l'habitat s'effectue à partir du 10 août (fig. 20c).



□ A ▨ B

Figure 21.

La croissance de la coquille chez les limnées en fonction de leur génération.
 Graphes 21a, b: A (descendants de l'année précédente). B (descendants).
 Graphe 21c: A (première génération). B (deuxième génération).

III. - CROISSANCE DE LA COQUILLE.

La figure 21 présente les variations de la hauteur moyenne chez les mollusques des trois stations en fonction de leur génération.

Si l'on considère la station A de Saint-Gaultier (fig. 21a), on note que la première génération a une taille moyenne de 3,8 à 4,1 mm au mois de juin. Par contre, la hauteur des descendants s'accroît rapidement lors des relevés ultérieurs: de 2,42 mm au 16 juillet à 6 mm et plus en septembre.

- Dans la station B de Saint-Gaultier (fig. 21b), la hauteur moyenne de la première génération est de 5,3 mm au 1er août. Celle des descendants s'accroît jusqu'au 27 août (à 4 mm) et reste constante par la suite.

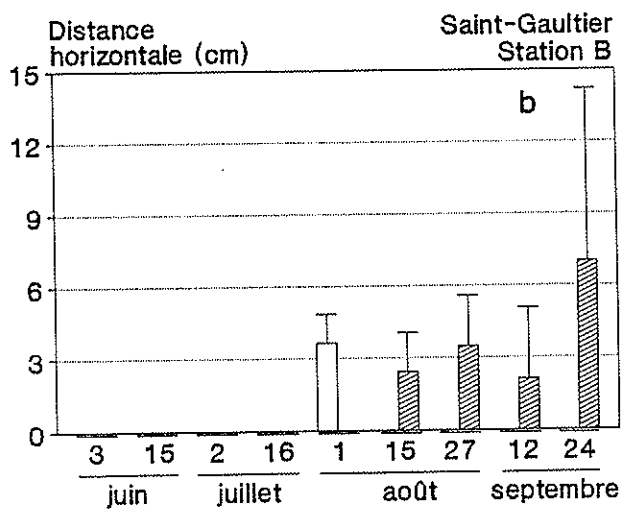
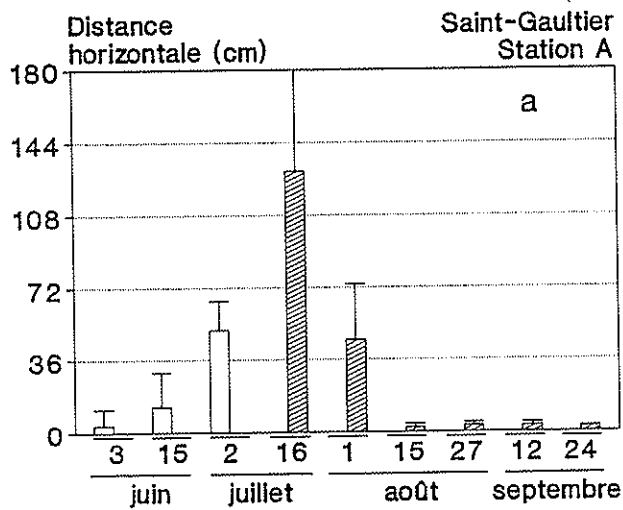
- La hauteur de coquille est assez faible dans la station de Saint-Victournien (fig. 21c): les valeurs les plus élevées ne dépassent pas 5 mm. La taille de la première génération augmente jusqu'à 2,5 mm au 24 juin et reste stable au 9 juillet. Celle de la seconde génération s'accroît à partir du 23 juillet pour être de 3,1 mm lors de la remontée des eaux post-estivale de l'habitat.

Il était intéressant de vérifier si la taille maximale de ces limnées est identique d'une génération à l'autre pour chaque population prise isolément. Nous avons donc procédé à une analyse de variance dont les résultats sont indiqués sur le tableau suivant:

Stations	Dates des relevés	Nombre de degrés de liberté	F	Signification
St-Gaultier, A.	3/15 juin/12/24 septembre.	3/396	2,94	NS
St-Gaultier, B.	1er août/12/24 septembre. 12/24 septembre.	2/297 1/198	7,28 0,003	p < 1 % NS
St-Victournien.	24 juin/9 juillet /10 août.	2/297	0,28	NS

Abréviations: F (valeur du rapport F de Fischer). NS (non significatif). p (probabilité).

Il n'y a pas de différence significative entre les tailles des deux générations dans deux stations. Par contre, on note une différence de ce type dans la station B de Saint-Gaultier.



□ A ▨ B

Figure 22.
 La distribution horizontale des limnées par rapport à la limite de l'eau dans les stations A et B de Saint-Gaultier.
 Symboles: A (adultes de l'année précédente). B (descendants).
 Il n'a pas de résultats pour l'habitat de Saint-Victorien car les limnées vivent sur un mur vertical.

IV. - POSITION DES MOLLUSQUES PAR RAPPORT À LA LIMITE DE L'EAU.

Comme la Limnée tronquée est une espèce amphibie, elle vit sur les zones humides, en bordure de l'eau courante au moment de l'étiage. Il était intéressant de déterminer la distance moyenne de ce mollusque par rapport à la limite de l'eau.

A. DISTANCE HORIZONTALE.

Les résultats sont transcrits sur la figure 22 pour les stations A et B de Saint-Gaultier. La lecture de ces deux graphes fournit les éléments suivants:

- Station A de Saint-Gaultier (fig. 22a). La distance horizontale s'accroît depuis le relevé du 3 juin jusqu'à celui du 16 juillet: de 3,7 cm à plus de 125 cm. Par la suite, on note une chute rapide de la moyenne: celle-ci n'est plus que de 2 à 3 cm à partir du 15 août.

Il est intéressant de noter que les nouveau-nés et les juvéniles présents au 16 juillet se situent assez loin du niveau de l'eau: 120 cm en moyenne avec un écart type de 51 cm.

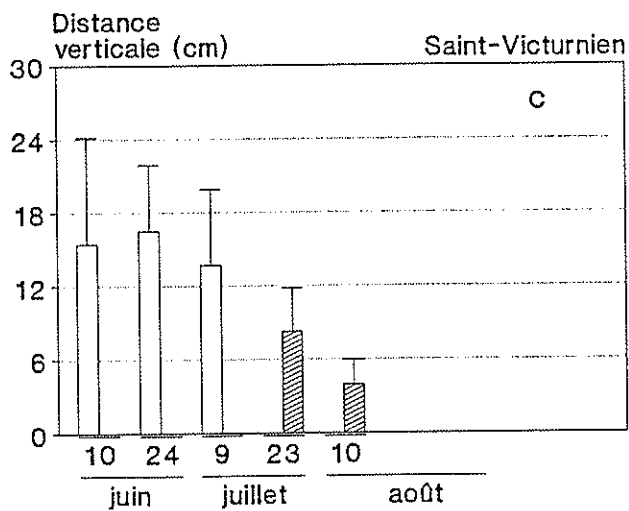
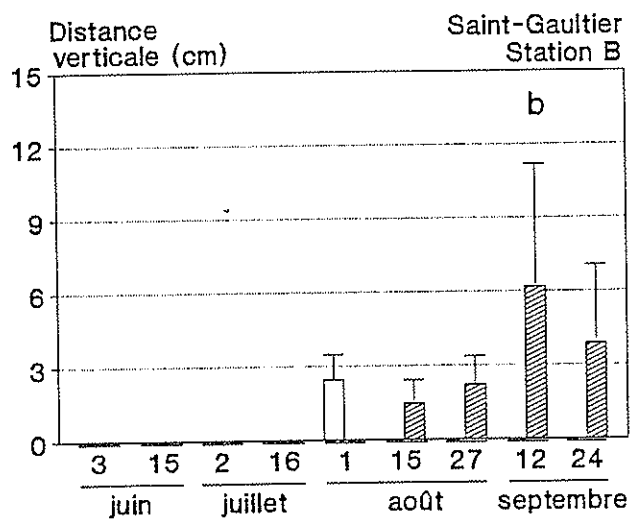
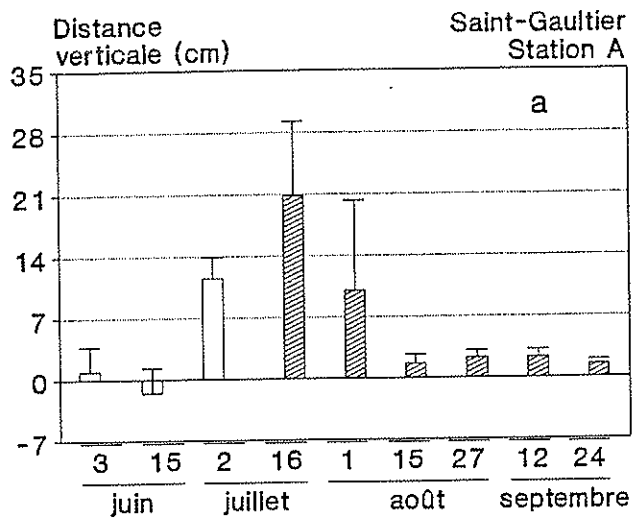
- Station B de Saint-Gaultier (fig. 22b). Les moyennes sont nettement plus faibles que dans la station précédente. Elles se situent entre 2 et 3,5 cm entre le 1^{er} août et le 12 septembre. Par contre, la distance s'accroît au 24 septembre (à 6 cm).

Les résultats de l'analyse de variance sont fournis sur le tableau ci-après:

Stations	Modalités de la comparaison.	Degrés de liberté.	F	Signification.
St-Gaultier, A.	- Entre toutes les moyennes.	8/532	168,48	p < 0,1 %
	- Entre celles des 3/15 juin et des 15/27 août.	3/226	10,86	p < 0,1 %
	- Entre celles des 16 juillet/1 août et celles des 15/27 août.	3/226	120,32	p < 0,1 %
St-Gaultier, B.	- Entre toutes les moyennes.	4/415	1,21	NS

Abréviations: F (valeur du rapport F de Fischer). NS (non significatif). p (probabilité).

La distance horizontale entre la position des limnées et celle de l'eau présente une variation significative en fonction des dates des relevés dans la station A de Saint-Gaultier. Dans le gîte B, on ne note pas de différence significative.



□ A ▨ B

Figure 23.
 La distribution verticale des limnées par rapport à la limite de l'eau.
 Graphes 23a, b: A (descendants de l'année précédente). B (descendants).
 Graphe 23c: A (première génération). B (deuxième génération).

B. DISTANCE VERTICALE.

La figure 23 présente les résultats obtenus.

Dans la station A de Saint-Gaultier (fig. 23a), la distribution verticale des limnées par rapport à la limite de l'eau évolue de la même manière que la distribution horizontale. La distance s'accroît jusqu'au 16 juillet (à 20 cm) et diminue par la suite pour être de 1 ou 2 cm à partir du 15 août.

Dans la station B de Saint-Gaultier (fig. 23b), les distances sont plus faibles que dans la station A. Les moyennes sont comprises entre 1,5 et 6 cm.

Quant à la station de Saint-Victurnien (fig. 23c), on constate une diminution progressive de la distance verticale au fur et à mesure des relevés: de 15 cm au 10 juin à moins de 4 cm lors du relevé du 10 août. Si l'on considère les deux générations, on constate que les nouveau-nés et les juvéniles de la première génération sont en moyenne à plus de 15 cm au-dessus de la limite de l'eau (au 10 juin) tandis que ceux de la deuxième génération sont en moyenne à 8 cm au-dessus de l'eau (au 23 juillet).

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats de l'analyse de variance sur les distances verticales moyennes:

Stations	Modalités de la comparaison.	Degrés de liberté.	F	Signification.
St-Gaultier, A.	- Entre toutes les moyennes.	8/532	125,71	p < 0,1 %
	- Entre celles des 3/15 juin et celles des 15/27 août.	3/226	18,89	P < 0,1 %
	- Entre celles des 16 juillet /1 août et celles des 15/27 août.	3/226	60,11	p < 0,1 %
St-Gaultier, B.	- Entre toutes les moyennes.	4/415	2,55	NS
	- Entre toutes les moyennes.	14/495	86,92	p < 0,1 %
St-Victurnien.	- Entre celles du 24 juin et du 9 juillet.	1/198	11,56	p < 1 %
	- Entre celles du 9 et du 23 juillet.	1/198	57,93	p < 0,1 %
	- Entre celles du 23 juillet et du 10 août.	1/198	109,12	p < 0,1 %

Abréviations: F (valeur du rapport F de Fischer). NS (non significatif). p (probabilité).

Dates des relevés.	Saint-Gaultier, A.		Saint-Victurnien.	
	Nombre	%	Nombre	%
1 ^{er} -14 juin.	5	5 %	11	11 %
15-30 juin.	3	3 %	22	22 %
1 ^{er} -14 juillet.	11	11 %	21	21 %
15-31 juillet.	14	14 %	23	23 %
1 ^{er} -15 août.	9	9 %	18	18 %
16-31 août.	11	36,6 %	-	-
1 ^{er} -14 septembre.	4	57,1 %	-	-
15-30 septembre.	4	75 %	-	-
Au total	61	11,3 %	95	19 %

Tableau XI.
Répartition des mollusques en immobilité permanente dans deux stations en fonction des dates des relevés.

La lecture de ces données montre que les variations de la distance verticale en fonction des dates des relevés sont significatives dans les stations A de Saint-Gaultier et de Saint-Victurnien. En revanche, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes dans le cas du gîte B de Saint-Gaultier.

V. - CAS DES MOLLUSQUES EN FIXATION PERMANENTE.

Sous ce terme, nous considérons des limnées en immobilité permanente, avec le corps rétracté dans la coquille et l'ouverture de celle-ci fixée au substrat par du mucus asséché. Cette catégorie de mollusques s'observe donc sur des zones émergées, plus ou moins sèches et ne revient en activité que lors de la ré-immersion de la berge.

A. LEUR POURCENTAGE.

Les effectifs sont indiqués sur le tableau XI en fonction des dates des relevés.

Dans la station A de Saint-Gaultier, le pourcentage de ces mollusques ne dépasse pas 16 % au 16 juillet mais ce dernier s'accroît jusqu'à 75 % lorsque les effectifs diminuent.

Dans le gîte de Saint-Victurnien, les pourcentages se situent dans le même ordre de grandeur (11 à 23 %), suggérant l'existence d'une certaine stabilité dans les valeurs.

Si l'on fait le décompte global de ces mollusques, on note que les limnées fixées représentent 11,3 % de l'effectif à Saint-Gaultier, A et 19 % à Saint-Victurnien.

B. RELATIONS AVEC LE NIVEAU DE L'EAU AU COURS DES RELEVÉS.

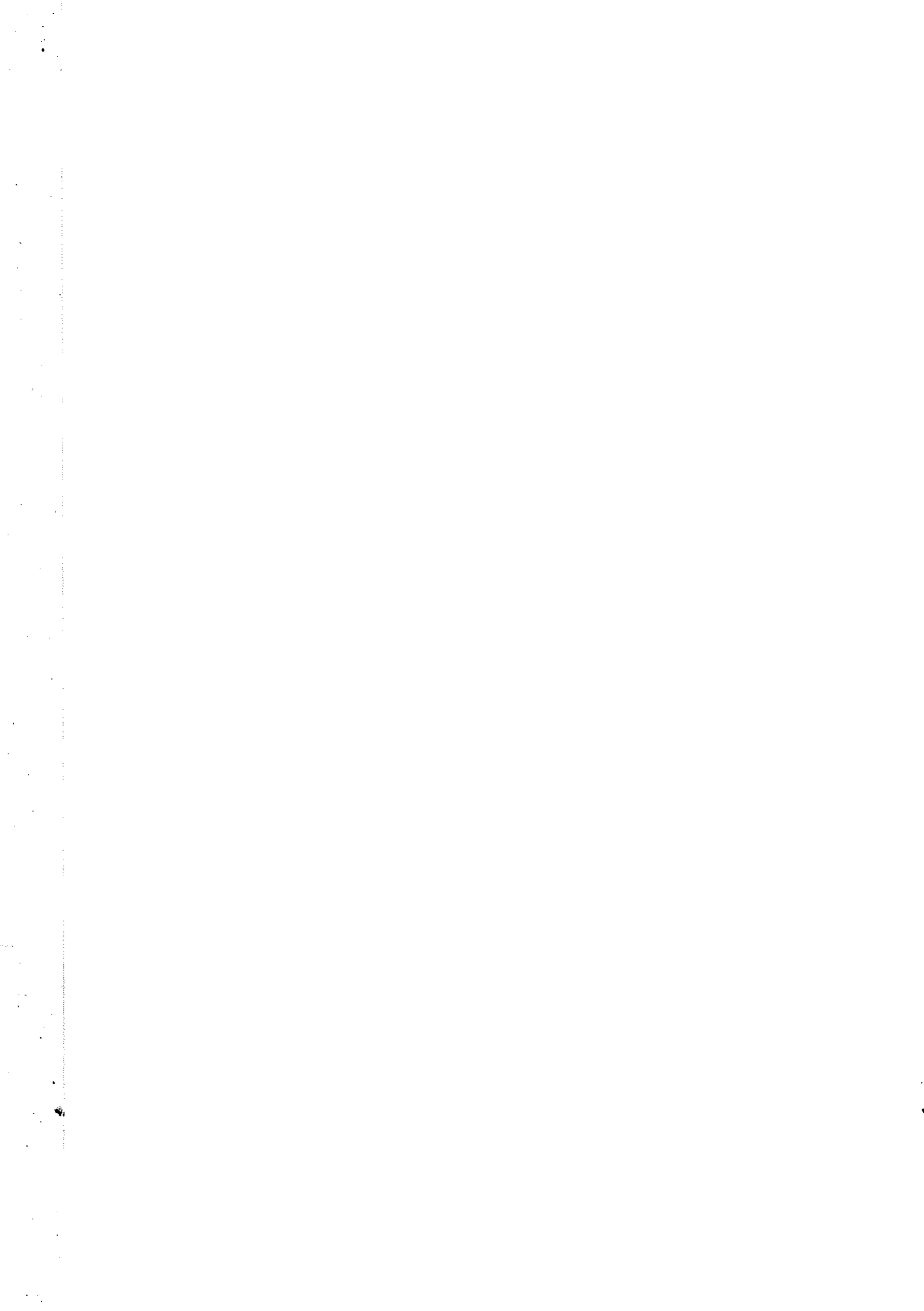
Les individus en immobilité permanente se situent à une certaine distance du niveau de l'eau comme on peut le juger sur le tableau suivant:

Stations	Relevé.	Distance verticale.	Nombre d'individus fixés.
Saint-Gaultier, A.	16 juillet 1995.	30/35 cm.	7
		36/40 cm.	5
		40/45 cm.	2
Saint-Victurnien.	9 juillet 1995.	20/25 cm.	15
		26/30 cm.	4
		30/35 cm.	2



Les individus fixés se situent à une distance assez importante par rapport au niveau de l'eau. Cette distance est comprise entre 20 et 35 cm pour la station de Saint-Victorien (au 9 juillet), entre 30 et 45 cm pour la station A de Saint-Gaultier. Le choix de ces deux dates correspond aux relevés pour lesquels la distance des individus par rapport à l'eau est maximale.

L'examen des hauteurs de coquille pour les individus fixés montre que toutes les tailles sont concernées (données non représentées).



L'INFESTATION EXPÉRIMENTALE DE CES LIMNÉES PAR *F. hepatica*

Ce chapitre expose les données fournies par notre expérience sur les Limnées tronquées dans les conditions du laboratoire.

Le premier paragraphe porte sur les caractéristiques de l'infestation fasciolienne chez les mollusques des quatre populations. Le second paragraphe expose les résultats sur les émissions cercariennes de *F. hepatica* tandis que le dernier est consacré à la charge rédienne chez les mollusques parasités à leur mort.

I. - TAUX DE SURVIE ET FRÉQUENCE DES MOLLUSQUES INFESTÉS.

Le tableau XII (page suivante) regroupe les valeurs de ces paramètres. Leur examen permet les remarques suivantes:

- Le taux de survie au 30^e jour varie selon la population étudiée et la série. Chez les témoins, les pourcentages se distribuent entre 70 et 92 % dans trois populations et il n'y a que 31 % de survivants pour la colonie de Saint-Martin-Terressus.

Les valeurs sont nettement plus faibles dans les séries exposées aux miracidiums, avec des taux compris entre 25 et 47 % dans les trois premières populations, entre 3 et 6 % dans la dernière.

Population	Lot	Nombre de limnées		Taux de survie en %	Nombre de limnées		Fréquence des limnées avec émission en %
		au départ	au 30 ^e jour		infestés	avec émission	
Saint-Gaultier (Indre).	T	100	88	88 %	-	-	-
	EA	200	51	25,5 %	44	21	41,1 %
Limoges (Haute-Vienne).	T	50	35	70 %	-	-	-
	ET	100	27	27 %	11	3	11,1 %
	EA	100	45	45 %	9	7	15,5 %
Saint-Priest-Taurion (Haute-Vienne).	T	50	46	92 %	-	-	-
	ET	100	32	32 %	14	1	3,1 %
	EA	100	44	44 %	13	3	6,8 %
Saint-Martin-Terressus (Haute-Vienne).	T	100	31	31 %	-	-	-
	ET	200	7	3,5 %	1	0	-
	EA	200	13	6,5 %	3	0	-

Tableau XII.

La survie au 30^e jour et la fréquence des limnées avec émission dans les quatre populations de *L. truncatula*.

Abréviations: T (témoins). EA (limnées expérimentées avec élevage en aquarium). ET (limnées expérimentées avec élevage en terrarium).

Dans les séries exposées aux miracidiums, la survie au 30^e jour est meilleure lorsque les animaux sont maintenus en aquarium au lieu d'être élevés en terrarium. Mais le test de comparaison des fréquences expérimentales montre que cette différence n'est significative que pour la colonie de Limoges.

- La fréquence des mollusques avec émission varie également en fonction de la population et de la série expérimentale. Nous n'avons pas obtenu de cercaires avec les limnées de Saint-Martin-Terressus. Les autres en ont émises mais le pourcentage des limnées est variable: 3 à 6 % pour les mollusques de Saint-Priest-Taurion, 11 à 15 % pour ceux de Limoges et 41 % pour ceux de Saint-Gaultier.

La nature de l'élevage (aquarium, terrarium) n'a pas d'influence significative sur ces pourcentages.

II. - LES AUTRES CARACTÉRISTIQUES DE L'INFESTATION.

Elles n'ont été étudiées que chez les témoins et les mollusques morts après une émission cercarienne.

Les valeurs des différents paramètres sont rassemblés sur le tableau XIII (page suivante).

A. DURÉE DE VIE.

C'est l'intervalle de temps entre le début de l'expérience et la mort du mollusque.

Chez les témoins, les valeurs moyennes se distribuent entre 61,6 et 68,2 jours. Elles sont plus faibles chez les animaux avec émission: 45 à 51,3 jours.

Les résultats de l'analyse de variance sont fournis sur le tableau ci-dessous:

Séries comparées.	F et signification.	Séries comparées.	F et signification.
Témoins.	F = 1,34. NS.	Témoins/avec émission:	
Avec émission.	F = 1,77. NS.	- St-Gaultier.	F = 3,36. NS.
		- Limoges.	F = 34,1. p < 0,1 %.
		- St-Priest-Taurion.	F = 18,4. p < 1 %.

Abréviations: F (rapport F de Fischer). NS (non significatif). p (probabilité).

Paramètres	Colonie de la limnée.		
	St-Gaultier.	Limoges.	St-Priest-Taurion.
Nombre de limnées: - Témoins. - Avec émission ^a .	88 21	72 20	76 4
Durée globale de vie (m ± σ): - Témoins. - Avec émission ^a .	62 ± 17,6. 51,3 ± 13,3.	68,2 ± 15,2. 48,1 ± 4,3.	61,6 ± 13,3. 45 ± 2,6.
Hauteur <i>post-mortem</i> (m ± σ): - Témoins. - Avec émission ^a .	6,2 ± 0,9. 4,8 ± 0,7.	5,9 ± 0,6. 4,1 ± 0,3.	5,5 ± 0,6. 4,3 ± 0,9.
Durée de la période prépatente ^a (jours): m ± σ.	39,7 ± 3,9.	43,9 ± 4,7.	41,5 ± 3,4.
Durée de la période patente ^a (jours): m ± σ.	12,7 ± 6,4.	11,3 ± 3,4.	5,2 ± 1,5.
Nombre de métacercaires ^a : - total. - m ± σ.	1.071. 51 ± 49,6.	869. 43,4 ± 35,2.	79. 19,7 ± 11,2.
Nombre de kystes flottants ^a . %	58. 5,4 %	47. 5,4 %	11. 13,9 %

^a. Les valeurs provenant des lots ET et EA ont été regroupées dans chaque population en raison du faible nombre des limnées avec émission.

Tableau XIII.
Quelques caractéristiques de l'infestation fasciolienne
chez trois populations de *L. truncatula*.
Abréviations: m (moyenne). σ (écart type).

L'analyse statistique ne montre pas de différence significative entre les moyennes des trois lots témoins d'une part, entre celles des animaux avec émission d'autre part. Les seules différences significatives le sont entre la moyenne du lot témoin et celle du lot avec émission dans les colonies de Limoges et de Saint-Priest-Taurion.

B. HAUTEUR POST-MORTEM DES MOLLUSQUES.

Les valeurs moyennes sont plus importantes chez les témoins (5,5 à 6,2 mm) que chez les limnées avec émission (4,1 à 4,8 mm).

Le tableau ci-dessous fournit les résultats de l'analyse de variance:

Séries comparées.	F et signification.	Séries comparées.	F et signification.
Témoins:			
- les 3 colonies.	F = 3,64. p < 5 %.		
- Limoges/ St-Priest-Taurion.	F = 3. NS.	Témoins/avec émission:	
		- St-Gaultier.	F = 24,1. p < 0,1 %.
Avec émission:		- Limoges.	F = 97,2. p < 0,1 %.
- les 3 colonies.	F = 3,42. p < 5 %.	- St-Priest-Taurion.	F = 19,2. p < 1 %.
- Limoges- St-Priest-Taurion.	F = 3,62. NS.		

Abréviations: F (rapport F de Fischer). NS (non significatif). p (probabilité).

Des différences significatives s'observent pour les témoins comme pour les animaux avec émission entre la moyenne recueillie avec la colonie de Saint-Gaultier et les valeurs obtenues dans les deux autres populations. Par contre, la hauteur des limnées avec émission est significativement plus faible que celle des témoins dans chaque colonie.

C. DURÉES DES PÉRIODES PRÉPATENTE ET PATENTE.

Celles de la période prépatente se distribuent entre 39,7 et 43,9 jours. Par contre, les durées de la période patente sont nettement plus faibles: de 5,2 à 12,7 jours selon l'origine de la population.

Nous avons regroupé sur le tableau ci-après les résultats que nous a fournis l'analyse de variance pour ces deux paramètres:

Paramètres	F et signification.	Paramètres.	F et signification.
Période prépatente:		Période patente:	
- entre les 3 colonies.	F = 4,38. p < 5 %.	- entre les 3 colonies.	F = 11,4. p < 0,1 %.
- Limoges-St-Priest-Taurion.	F = 2,77. NS.	- St-Gaultier/Limoges.	F = 0,61. NS.

Abréviations: F (rapport F de Fischer). NS (non significatif). p (probabilité).

La durée de la période prépatente est significativement différente entre la colonie de Saint-Gaultier et les deux autres populations. Par contre, on note l'existence d'une différence significative entre la durée moyenne de la période patente recueillie pour la colonie de Saint-Priest-Taurion et celles obtenues dans les deux autres populations.

D. NOMBRE DE MÉTACERCAIRES.

Le nombre total de métacercaires varie selon la population: 51 par mollusque dans la colonie de Saint-Gaultier, 43,4 dans celle de Limoges et seulement 19,7 dans celle de Saint-Priest-Taurion. L'analyse de variance montre l'existence d'une différence significative entre la moyenne de Saint-Priest-Taurion et celles obtenues dans les deux autres colonies (F = 19,7; p < 1 %) mais il ne faut oublier que la moyenne de Saint-Priest-Taurion a été obtenue à partir de 4 valeurs individuelles.

Le pourcentage des kystes flottants est de 4,4 % dans deux colonies et de 13,9 % dans la population de Saint-Priest-Taurion.

III. - LES ÉMISSIONS CERCARIENNES.

Nous avons conservé la distribution des mollusques infestés avec émission dans chaque colonie (21, 20 et 4 respectivement dans les colonies de Saint-Gaultier, Limoges et Saint-Priest-Taurion). Nous avons tenu compte de ce fait dans la présentation des résultats pour chaque population.

A. NOMBRE DE KYSTES PAR LIMNÉE ET PAR JOUR.

Les résultats sont présentés sur la figure 24 (page suivante).

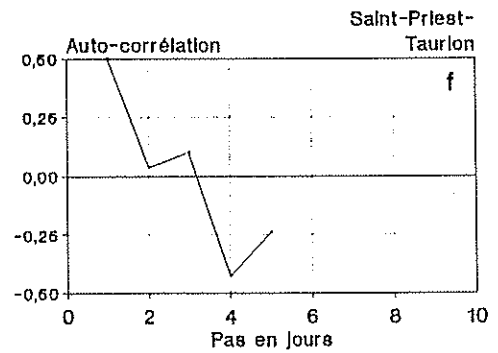
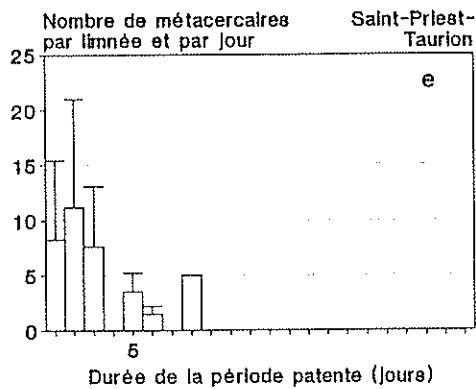
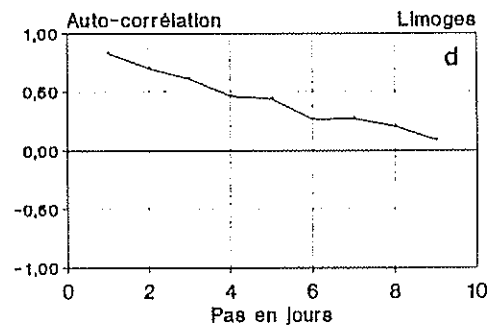
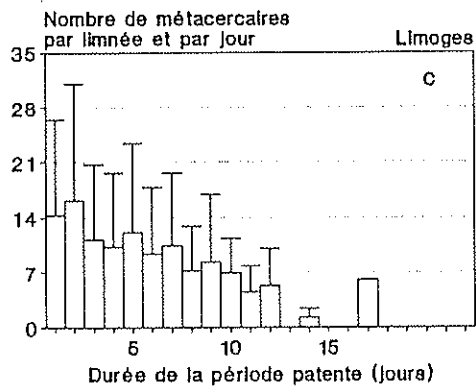
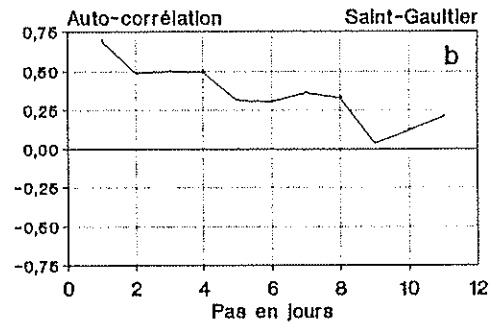
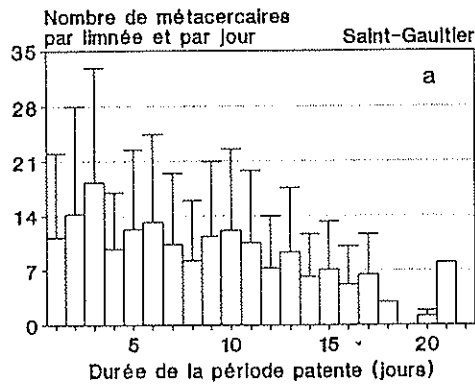


Figure 24.
Les émissions cercariennes de *F. hepatica* par trois populations de *L. truncatula* vivant le long de rivières, avec les corrélogrammes correspondants.

L'examen de ces graphes permet les remarques suivantes:

- Le nombre de kystes formés passe par un maximum au 2^e ou au 3^e jour de la période patente avant de diminuer progressivement par la suite. A titre d'exemple, les moyennes sont de 11,2 métacercaires au premier jour pour les mollusques de Saint-Gaultier et passent par un maximum au 3^e jour, avec 18,3 kystes.

- La diminution numérique des kystes cesse au 21^e jour de la période patente dans la colonie de Saint-Gaultier (fig. 25a), au 17^e jour dans celle de Limoges (fig. 25c) et seulement au 8^e jour pour les mollusques de Saint-Priest-Taurion (fig. 25e).

Les corrélogrammes correspondants sont fournis sur les graphes 25b, d et f. Ils ne montrent pas de périodicité dans la distribution des valeurs au cours de la période patente.

B. NOMBRE DE VAGUES D'ÉMISSION.

Nous avons consigné sur le tableau ci-dessous le nombre de ces vagues pour chaque population de limnées:

Nombre de vagues.	Saint-Gaultier.	Limoges.	Saint-Priest-Taurion.	Totaux
1	11	9	2	22
2	6	7	1	14
3	3	3	1	7
4	1	1	-	2

On constate que le nombre de limnées avec une seule vague d'émission domine dans les trois populations et que la fréquence globale de ce contingent est de 48,8 %.

Les mollusques avec deux vagues sont nettement moins fréquents (31,1 %). On observe également des animaux avec trois et quatre vagues (15,5 et 4,4 % respectivement).

IV. - LA CHARGE RÉDIENNE.

Elle n'a été étudiée que chez 15 limnées avec émission, originaires de la colonie de Saint-Gaultier.

Les rédies présentes dans la masse viscérale des cadavres présentent de grandes variations numériques selon les limnées. Leur nombre total va de 7 à 33, ce qui correspond à une moyenne de $18,2 \pm 12,6$ par mollusque.

Les formes "matures" (présentant des procercaires ou des cercaires intra-rédiennes) présentent les mêmes variations numériques: de 6 à 22. La moyenne est de $14,3 \pm 8,2$ rédies par limnée.



COMMENTAIRES

Les résultats de nos trois expériences ont été exposés respectivement dans les chapitres quatrième, cinquième et sixième. Nous nous proposons maintenant de comparer ces données à celles de la littérature.

Il nous a semblé utile de rappeler d'abord ces résultats en procédant à une synthèse: celle-ci est présentée dans le premier paragraphe. La deuxième subdivision est consacrée à la discussion proprement dite et le plan, que nous avons suivi, correspond à celui que nous avons utilisé pour présenter les données.

I. - SYNTHÈSE.

A. LA DISTRIBUTION DE *L. truncatula* DANS LES DEUX SECTEURS.

Vingt-sept stations ont montré la présence du mollusque lors de la prospection de 10 km sur la Creuse (Indre) mais on note de grandes variations dans l'abondance de la limnée: 6 gîtes avec moins de 10 *L. truncatula*, 9 habitats avec 11 à 20 limnées, 6 cas avec 21 à 50 mollusques et 6 gîtes avec plus de 51 individus. La longueur des gîtes ne dépasse pas 5 m dans 15 cas, 10 m dans 6 cas, 15 m dans 4 cas et 30-35 m dans les deux autres stations.

Neuf gîtes à Limnées tronquées ont été retrouvés sur les 25 km de la Vienne. Un habitat est fort de 101 limnées. Les autres ont de faibles effectifs avec moins de 50 limnées par habitat. Le gîte s'étend sur 5 mètres de rive dans huit cas et sur 30 m dans l'autre cas.

B. OBSERVATIONS ÉCOLOGIQUES ET ÉTHOLOGIQUES SUR LES LIMNÉES DE RIVIÈRE.

Une génération annuelle a été mise en évidence dans les deux stations de Saint-Gaultier (Indre) en 1995. Par contre, dans le gîte de Saint-Victurnien (Haute-Vienne), nous avons recensé la présence de deux générations annuelles. La hauteur de la coquille est nettement plus faible dans la dernière station que dans les deux premières (4 à 5 mm de hauteur au lieu de 9 mm).

Les distances horizontale et verticale des mollusques par rapport au niveau de l'eau sont assez importantes dans le cas de deux stations (Saint-Gaultier A, Saint-Victurnien) jusqu'à la mi-juillet et redeviennent plus faibles (2 à 5 cm) lors des relevés ultérieurs. Dans la station B de Saint-Gaultier, les distances des mollusques par rapport à l'eau sont faibles en août et septembre.

Des mollusques en immobilité permanente, avec le corps rétracté dans la coquille, ont été observés dans les trois stations d'étude, quelle que soit la date du relevé. La plupart de ces individus se fixent à une distance assez importante par rapport à la limite de l'eau courante.

C. L'INFESTATION DES LIMNÉES PAR *F. hepatica*.

La fréquence des mollusques avec émission varie en fonction de la population. Aucune cercaire n'a été émise par les *L. truncatula* de Saint-Martin-Terressus. Les autres en ont fourni mais le pourcentage de ces limnées est variable: 3-6 % dans la colonie de Saint-Priest-Taurion, 11-15 % dans celle de Limoges et 41 % dans celle de Saint-Gaultier.

La hauteur de la coquille est plus importante chez les témoins (5,5 à 6,2 mm) que chez les limnées avec émission (4,1 à 4,8 mm). La durée de la période prépatente se distribue entre 39,7 et 43,9 jours. Celle de la période patente est, par contre, plus faible: de 5,2 à 12,7 jours.

Le nombre total de métacercaires varie selon la population: 51 par mollusque dans la colonie de Saint-Gaultier, 43,4 dans celle de Limoges et seulement 19,7 dans celle de Saint-Priest-Taurion. Le pourcentage des kystes flottants est de 4,4 % dans deux colonies et de 13,9 % dans la population de Saint-Priest-Taurion.

Références.	Rivières prospectées et modalités de la prospection.	Nombre de gîtes à <i>L. truncatula</i> .	Abondance du mollusque.
VALA, 1974.	- La Miosson: 12 stations sur 40,6 km.	4 stations.	Abondance maximale: 90 pour un relevé (m = ?).
MOUTHON, 1979, 1980.	- L'Aube: 17 stations sur 238 km. - L'Ognon: 15 stations sur 208 km. - Le Doubs et 5 affluents: 59 stations sur 594 km (Doubs: 22 sur 453 km; Cusancin: 6 sur 10 km; Dussoubre: 5 sur 28 km).	30 stations dont 15 sur l'Aube et 15 sur les autres rivières.	- L'Aube: jusqu'à 15 par station (m = 9). - L'Ognon: jusqu'à 18 (m = 16). - Le Doubs seul: jusqu'à 25 (m = 13). - Le Cusancin: jusqu'à 18 (m = 12). - Le Dussoubre: jusqu'à 27 (m = 19).
Nos propres résultats.	- La Creuse (entre Argenton-sur-Creuse et St-Gaultier): 62 stations sur 10 km.	27 stations.	Jusqu'à 60 limnées par station (moyenne: 26,1).
	- La Vienne (St-Victurnien au pont de Pilas): 14 stations sur 25 km.	9 stations.	Jusqu'à 237 limnées par station (moyenne: 27,2)

Tableau XIV.
 Quelques caractéristiques sur les populations de *L. truncatula* vivant le long des rivières (d'après les observations de deux auteurs et nos propres résultats). Abréviations: m (abondance moyenne par station).

La distribution numérique des kystes par limnée et par jour ne montre pas de rythme dans la répartition des valeurs au cours de la période patente. Le nombre de limnées avec une seule vague d'émission domine dans les trois colonies et la fréquence globale de ce contingent est de 48,8 %. Les autres mollusques ont fourni leurs cercaires en deux, trois ou quatre vagues.

Les rédies présentes dans la masse viscérale des cadavres présentent de grandes variations numériques selon les limnées (18,2 en moyenne avec des extrêmes à 7 et 33).

II. - DISCUSSION.

La bibliographie parue sur les Limnées tronquées vivant le long des rivières est assez pauvre en références. Il est donc assez difficile de commenter nos résultats avec les observations des auteurs sur ces populations d'un type particulier. C'est la raison pour laquelle nous avons étendu notre comparaison aux populations de *L. truncatula* vivant dans les prairies marécageuses ou dans des fossés de route.

A. DISTRIBUTION DES COLONIES LE LONG DES RIVIÈRES.

Les études de VALA (1974) sur la Miosson et de MOUTHON (1980) sur l'Aube, l'Ognon et le Doubs sont présentées sur le tableau XIV en comparaison avec nos résultats.

Le nombre de gîtes à *L. truncatula* est relativement faible sur la Miosson (4 stations) comme dans les rivières prospectées par MOUTHON (30 stations). A l'inverse, il est plus élevé dans le cadre de notre étude: 27 sur les 10 km de la Creuse, 9 sur les 25 km de la Vienne. Cette première discordance s'explique facilement par la méthode utilisée pour choisir les stations comme le souligne le tableau suivant:

Référence.	Nombre de gîtes à <i>L. truncatula</i> .	Distance entre deux stations d'étude	
		maximale	moyenne
VALA (1974).	4 sur la Miosson.	3 km.	?
MOUTHON (1980).	15 sur l'Aube.	31,2 km.	14 km.
Notre étude.	27 sur la Creuse.	0,8 km.	170 m.
	9 sur la Vienne.	7 km.	3,2 km.

L'abondance du mollusque est indiquée également sur le tableau XIV. Dans un but de comparaison, nous avons considéré l'abondance maximale constatée dans une station et l'abondance moyenne par rapport à l'ensemble des gîtes où vit l'espèce:

- L'abondance maximale ne dépasse pas 27 mollusques dans l'étude de MOUTHON. Les chiffres sont plus élevés dans le travail de VALA (90 limnées) ainsi que dans nos propres résultats (60 et 137 mollusques).

- Si l'on considère l'abondance moyenne pour un gîte, on note des valeurs faibles: 9 à 19 pour MOUTHON (1980), 26 ou 27 dans notre propre étude. Il faut cependant souligner que cette notion n'est pas un paramètre fiable car les valeurs varient énormément d'un gîte à l'autre et, souvent, à l'intérieur même de chaque station comme nous l'avons vu dans le chapitre cinquième.

Nos résultats démontrent que la longueur des gîtes ne dépasse pas 35 m dans les deux secteurs étudiés et qu'elle est souvent inférieure à 5 m. L'interprétation de nos données est assez difficile à réaliser pour les deux raisons suivantes:

- a) la superficie des gîtes à *L. truncatula*, situés sur les berges des rivières ne peut être déterminée de manière précise car les migrations de la limnée dans le sens horizontal ou vertical au cours de l'année ne sont pas encore connues.

- b) les auteurs précités n'ont pas fourni de chiffres sur ce paramètre dans leurs écrits.

La comparaison de nos données a donc été réalisée avec les résultats d'une étude effectuée sur les gîtes à *L. truncatula* dans les prairies marécageuses de la Haute-Vienne, sur sol acide (VAREILLE, 1996). Ces parcelles sont munies le plus souvent d'un système de drainage superficiel et cet auteur a pu déterminer la longueur des gîtes par rapport à celle des rigoles. Les résultats de cette étude sont fournis sur le tableau suivant par rapport à nos propres résultats:

Référence.	Nombre de gîtes à <i>L. truncatula</i> .	Longueur moyenne (m)	Nombre de limnées par gîte.
VAREILLE (1996).	231 sur 53 prairies.	de 3,08 à 14,3 m.	32,1 à 83,3 (selon la région).
Notre étude.	36 habitats.	de 1,5 à 35 m.	26 ou 27.

Références	Lieux d'étude.	Nombre de générations.
WALTON et JONES, 1926; MEHL, 1932; KENDALL, 1950; HEPPLESTON, 1972; MOREL- VAREILLE, 1973.	Prairies marécageuses.	2. 3 lors des années à hiver clément.
RONDELAUD et MAGE, 1992. MASSIAS, 1995; MASSIAS <i>et al.</i> , 1996.	- Station située à 600 m d'altitude. - Prairies d'estive dans le Jura et les Alpes.	1
VILLEGER, 1995.	Canaux d'irrigation dans le Midi (Salon- de-Provence).	2
Nos propres résultats.	Rivière (la Creuse) à Saint-Gaultier (Indre)	1
	Rivière (la Vienne) à Saint- Victurnien (Haute-Vienne).	2

Tableau XV.
Le nombre de générations annuelles chez *L. truncatula*
d'après les travaux de quelques auteurs et nos propres résultats.

De cette comparaison, il ressort nettement que la longueur des gîtes s'inscrit dans le même ordre de grandeur pour les deux études. Par contre, l'effectif des mollusques dans chaque habitat est nettement plus élevé dans le travail de VAREILLE (1995). L'hypothèse la plus valable pour expliquer cette discordance serait d'admettre que les berges de rivière ne constituent pas un biotope des plus favorables pour le développement et l'extension de l'espèce car les habitats sont immergés sur 8 mois au minimum (d'après notre étude) alors que cette inondation ne dépasse pas 2 à 3 mois dans le cas des prairies marécageuses (VAREILLE, 1995).

B. NOMBRE DE GÉNÉRATIONS ANNUELLES.

Nos résultats démontrent l'existence d'une ou de deux générations annuelles selon la population étudiée. A titre de comparaison, nous avons regroupé sur le tableau XV les informations que plusieurs auteurs ont rapportées sur les générations de *L. truncatula*:

- Le schéma à deux générations annuelles a été signalé depuis longtemps par les auteurs. La génération de printemps comprend des individus à croissance rapide et à vie courte (5 à 6 mois) tandis que la génération d'automne est formée par des mollusques à croissance plus lente qui passent l'hiver en vie ralentie, atteignent une plus grande taille et vivent environ 12 mois.

- Le schéma à trois générations annuelles a été décrit par WALTON et JONES (1926). Dans le Pays de Galles, ces auteurs constatent trois périodes de pontes en avril, en juillet et à la fin septembre: les descendants issus de ces pontes atteignent la taille de 6 mm pour la génération transhivernante et seulement de 5 mm pour les deux autres. Ce schéma a depuis été confirmé par plusieurs auteurs avec, toutefois, de légères différences dans les dates pour la première période de pontes (en février dans le Limousin: MOREL-VAREILLE, 1973).

- Le schéma à une seule génération a été démontré lors des études de RONDELAUD et MAGE (1992) sur une population de *L. truncatula* localisée à 600 m d'altitude, aux environs d'Aubusson (Creuse). Les pontes sont déposées à la fin juillet et en août. ce dernier schéma a été retrouvé par MASSIAS (1995), MASSIAS *et al.* (1996) dans plusieurs prairies d'estive dans le Jura et les Alpes (entre 1000 et 2000 m d'altitude).

Les résultats sont un peu plus complexes dans le cas des rivières. VILLEGER (1995) note l'existence de deux générations annuelles dans un réseau d'irrigation situé à Salon-de-Provence (Bouches-du-Rhône). Dans notre propre étude, nous avons constaté deux périodes avec des nouveau-nés et des juvéniles hauts de 1 mm pour la station de Saint-Victurnien tandis qu'il n'y a qu'une seule période dans les deux stations de Saint-Gaultier. Pour expliquer cette discordance, il est logique d'émettre l'hypothèse que le dépôt des pontes serait lié au retrait annuel des eaux et qu'il ne surviendrait qu'à l'émersion de l'habitat. Plusieurs faits provenant de notre étude appuient cette supposition:

- Dans la station A de Saint-Gaultier, le dépôt des pontes a lieu entre le 1^{er} et le 15 juillet et ceci correspond à un retrait vertical des eaux dans le canal sur plus de 58 cm sur la même période. A l'inverse, dans la station B, les pontes sont déposées au début d'août et le retrait des eaux y est beaucoup plus tardif, avec l'émersion du gîte à partir de la fin juillet.

- Dans la station de Saint-Victurnien, les deux dépôts des pontes sont également en relation avec un retrait vertical des eaux. La première période (fin mai-début juin) correspond à un retrait sur plus de 30 cm tandis que la seconde période de pontes (début juillet) correspond à un retrait sur plus de 25 cm.

Si l'on considère cette hypothèse comme valable, le nombre des générations (1 ou 2) sur les berges de rivière serait donc en relation étroite avec le retrait estival de l'eau. Même si nos observations sont limitées dans le temps (4 mois), il est improbable qu'une autre génération se développe par la suite dans le milieu immergé, en raison de la température de l'eau qui chute rapidement au-dessous de 15° C à partir de début septembre et ceci jusqu'au mois de juin suivant comme MOUTHON (1980) l'a constaté lors de ses études sur le Doubs et l'Ognon. De plus, le cycle biologique annuel chez les Mollusques, avec dépôt des pontes en juillet ou août, semble être de règle lorsque les mollusques vivent dans un cours d'eau (HUNTER, 1964).

Nos résultats montrent également que la hauteur des limnées à Saint-Victurnien est voisine de 4 à 5 mm tandis qu'elle atteint 9 mm à Saint-Gaultier. Cette différence de taille selon les stations est déjà bien connue depuis la revue de TAYLOR (1965). Elle doit être rapportée à la nature géologique du sous-sol sur lequel repose l'habitat. Les tailles les plus élevées s'observent sur des terrains sédimentaires tandis que les valeurs de 4 ou 5 mm se rencontrent sur des sols acides comme ceux de la Haute-Vienne.



C. RELATIONS AVEC LE NIVEAU DE L'EAU.

Nous n'avons pas trouvé de travaux dans la littérature sur les relations entre la distribution des limnées émergées et le niveau de l'eau dans les rivières. Les seuls travaux en notre possession concernent les *L. truncatula* vivant dans les prairies marécageuses: d'après RONDELAUD et MOREL-VAREILLE (1975), RONDELAUD (1978), les limnées ne suivent pas le retrait estival des eaux mais elles se réfugient, au contraire, sous la couverture végétale la plus proche lorsqu'elles en ont encore le temps avant l'assèchement du milieu.

D'après nos résultats, les nouveau-nés et les juvéniles de deux stations ont été observés à une distance verticale assez importante par rapport à la surface de l'eau lors du relevé. Ce fait se retrouve également à une distance plus faible lors du relevé suivant. Plusieurs hypothèses peuvent être émises pour expliquer ce résultat:

- La première se rapporte aux pontes du mollusque. Malgré le retrait de l'eau, les oeufs présents dans ces pontes seraient capables d'évoluer et de fournir des nouveau-nés. Le principal facteur capable d'agir sur ce point serait l'humidité résiduelle qui persiste dans l'habitat après le retrait des eaux sur plus d'une semaine, voire de quinze jours selon la station. Notre supposition s'appuie sur la découverte, à plusieurs reprises, de pontes situées dans des zones humides et contenant des embryons déjà fort différenciés.

- La seconde fait appel aux capacités migratoires du mollusque. Lors du retrait des eaux, un certain nombre de juvéniles suivrait celui-ci, conduisant à une véritable sélection dans la colonie car des juvéniles se fixent en immobilité permanente tandis que d'autres meurent ou bien descendent vers le fond de l'habitat. Cette hypothèse pourrait expliquer la chute numérique observée dans ces colonies lorsque la coquille s'accroît en hauteur.

La présence d'individus en fixation permanente peut être l'un des moyens qu'a l'espèce pour se protéger des contraintes créées par les variations du débit sur les berges de rivières. Cette aptitude a déjà été signalée par plusieurs auteurs (MEHL, 1932; ROBERTS, 1950; ...) chez les populations de limnées lors de l'assèchement estival du sédiment dans les prairies marécageuses. Ce fait se traduit surtout par la mort de nombreux individus fixés et seuls survivent ceux qui sont fixés dans des fentes ou des zones avec une humidité résiduelle persistante comme nous l'avons observé dans la station A de Saint-Gaultier ou dans celle de

Saint-Victurnien. Malgré ces pertes, les survivants peuvent reprendre leur activité lorsque l'eau remonte et, par suite, développer leur coquille.

Ce dernier point peut expliquer, en grande partie, les variations de taille constatées chez les mollusques de la génération précédente (voir les écarts types de grande amplitude sur la figure 21, page 74) lors des relevés effectués en juin dans les stations A de Saint-Gaultier et de Saint-Victurnien. Les individus fixés dans les zones les plus basses de l'habitat se remettraient en activité à partir de septembre tandis que ceux localisés dans les zones les plus hautes de l'habitat ne deviendraient actifs qu'en octobre, peut-être au début de novembre.

D. L'INFESTATION DES MOLLUSQUES PAR *F. hepatica*.

Les quatre populations de *L. truncatula* étudiées réagissent de manière variable par rapport à l'infestation fasciolienne. Les émissions cercariennes ont été constatées chez 1 % des survivants dans la colonie de Saint-Gaultier, chez 15 % et moins dans deux autres colonies et sont absentes dans la quatrième. Cette variabilité interpopulationnelle peut s'expliquer à partir des observations de RONDELAUD (1993) sur 17 populations de Limnées tronquées vivant dans le même secteur géographique de la Haute-Vienne: d'après cet auteur, les caractéristiques de l'infestation fasciolienne sont profondément modifiées chez le mollusque lorsque la rencontre naturelle entre le mollusque et le parasite est rare ou exceptionnelle.

Si l'on retient l'explication précitée, il est possible d'interpréter toutes les caractéristiques obtenues chez les mollusques parasités. Une question se pose cependant car le bétail ne s'abreuve plus ou de manière exceptionnelle dans les rivières et il est logique de penser à d'autres hôtes définitifs comme des lapins ou d'autres micromammifères. Dans ces conditions, on peut se demander si l'origine de l'hôte définitif n'exerce pas une influence sur les caractéristiques de l'infestation car RONDELAUD et DREYFUSS (1994, 1995) ont démontré que le développement du parasite est perturbé lorsque les miracidiums proviennent d'oeufs recueillis chez des lapins parasités par *F. hepatica*.

Une remarque peut cependant être faite sur le nombre total des métacercaires obtenues dans les trois populations de limnées, quelle que soit la nature du kyste (flottant, fixé). Le tableau suivant regroupe les données de plusieurs auteurs:

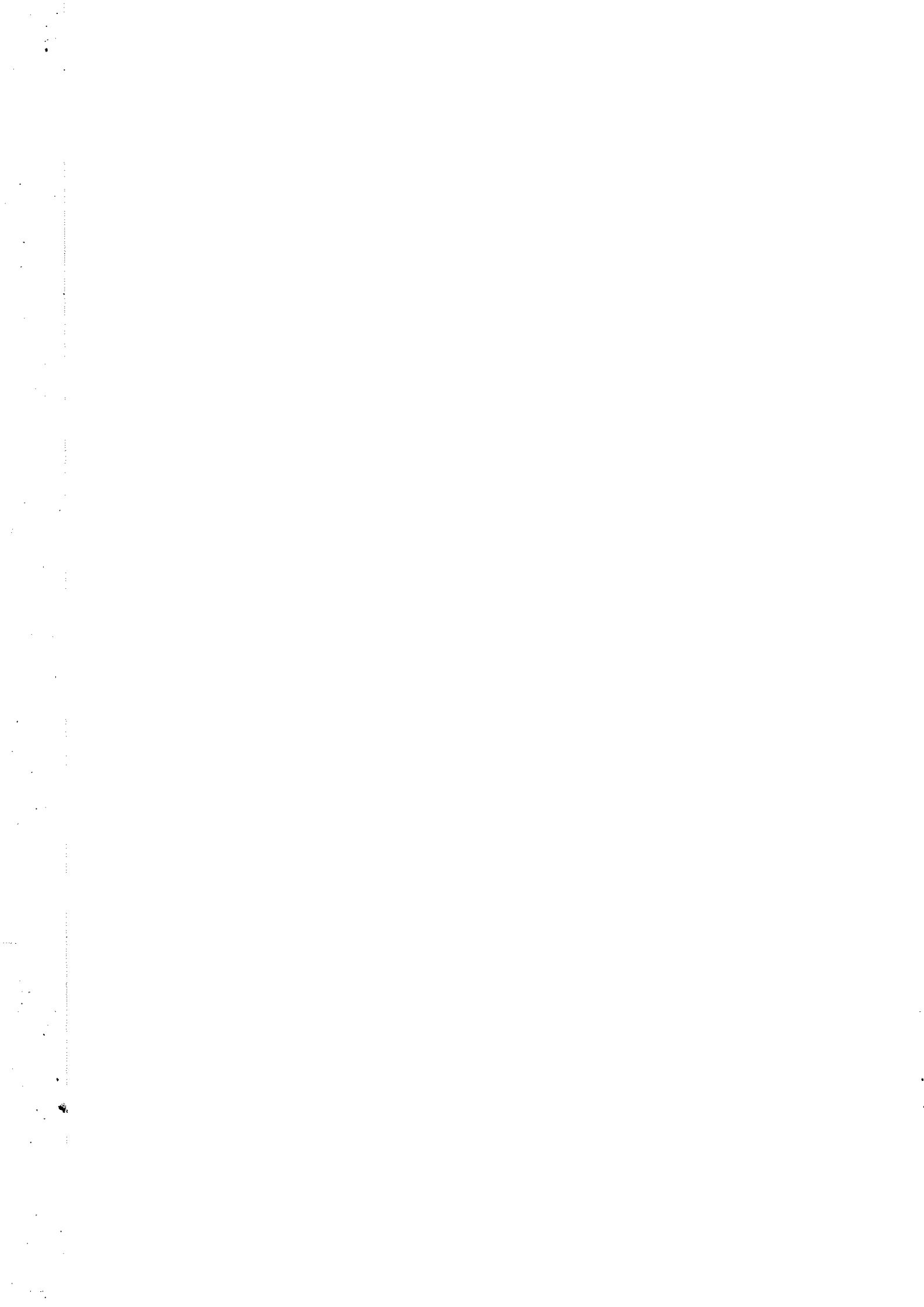


Références.	Conditions expérimentales ^a .	Nombre de métacercaires par limnée avec émission.	Observations.
AUDOUSSET, 1994; DREYFUSS, 1994.	2-3 miracidiums par limnée ^b . Élevage dans des conditions semi-naturelles.	23,5 à 103,8.	Limnées vivant dans des prairies marécageuses.
	2 miracidiums. Élevage à 20° C.	238,5.	
BARRET, 1996 ^b .	2 miracidiums par limnée. Élevage à 20° C.	86,5 à 97,7.	Limnées vivant dans des fossés de route.
Nos résultats ^b .		19,7 à 51.	Limnées vivant sur des berges de rivière.

^a. Les mollusques sont hauts de 4 mm lors de l'exposition miracidienne.

^b. Trois colonies de *L. truncatula* ont été utilisées dans chaque cas.

On constate facilement que le nombre de métacercaires par limnée est nettement plus faible dans le cas de notre travail que dans les études précitées. Les chiffres obtenus dans le cadre de notre étude démontrent que les *L. truncatula* vivant sur les berges de rivière constituent des hôtes intermédiaires inhabituels dans le cycle évolutif de *F. hepatica* car ils s'infestent peu et ont une production cercarienne limitée.



RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Des investigations ont été réalisées en 1994 et 1995 (2 x 4 mois) sur deux rivières (la Creuse, la Vienne) afin de recenser les gîtes à Limnées tronquées présents sur deux secteurs. Des observations ont également été effectuées dans trois stations sur ces cours d'eau pour suivre la hauteur de la coquille dans le temps ou encore la dépendance des mollusques vis-à-vis du niveau de l'eau. Enfin, des infestations expérimentales ont été pratiquées sur ces colonies afin de vérifier le rôle de ces limnées comme hôtes intermédiaires dans le cycle de *F. hepatica*.

Nos résultats peuvent être regroupés sous trois rubriques:

1. La distribution de *L. truncatula* dans les deux secteurs.

Vingt-sept stations ont montré la présence du mollusque lors de la prospection de 10 km sur la Creuse (département de l'Indre) mais on note de grandes variations dans l'abondance de la limnée: 6 gîtes avec moins de 10 *L. truncatula*, 9 habitats avec 11 à 20 limnées, 6 cas avec 21 à 50 mollusques et 6 gîtes avec plus de 51 individus. La longueur des gîtes ne dépasse pas 5 m dans 15 cas, 10 m dans 6 cas, 15 m dans 4 cas et 30-35 m dans les deux autres stations.



Neuf gîtes à Limnées tronquées ont été retrouvés sur les 25 km de la Vienne. Un habitat est fort de 101 limnées. Les autres stations ont de faibles effectifs avec moins de 50 limnées par habitat. Le gîte s'étend sur 5 mètres de rive dans huit cas et sur 30 m dans l'autre cas.

2. Observations écologiques et éthologiques sur les *L. truncatula* de rivière.

Une génération annuelle a été mise en évidence dans les deux stations de Saint-Gaultier (Indre) en 1995. Par contre, dans le gîte de Saint-Victurnien (Haute-Vienne), nous avons recensé la présence de deux générations annuelles. La hauteur de la coquille est nettement plus faible dans la dernière station que dans les deux premières (4 à 5 mm de hauteur au lieu de 9 mm).

Les distances horizontale et verticale des mollusques par rapport au niveau de l'eau sont assez importantes dans le cas de deux stations (Saint-Gaultier A, Saint-Victurnien) jusqu'à la mi-juillet et redeviennent plus faibles (2 à 5 cm) lors des relevés ultérieurs. Dans la station B de Saint-Gaultier, les distances des mollusques par rapport à l'eau sont faibles en août et septembre.

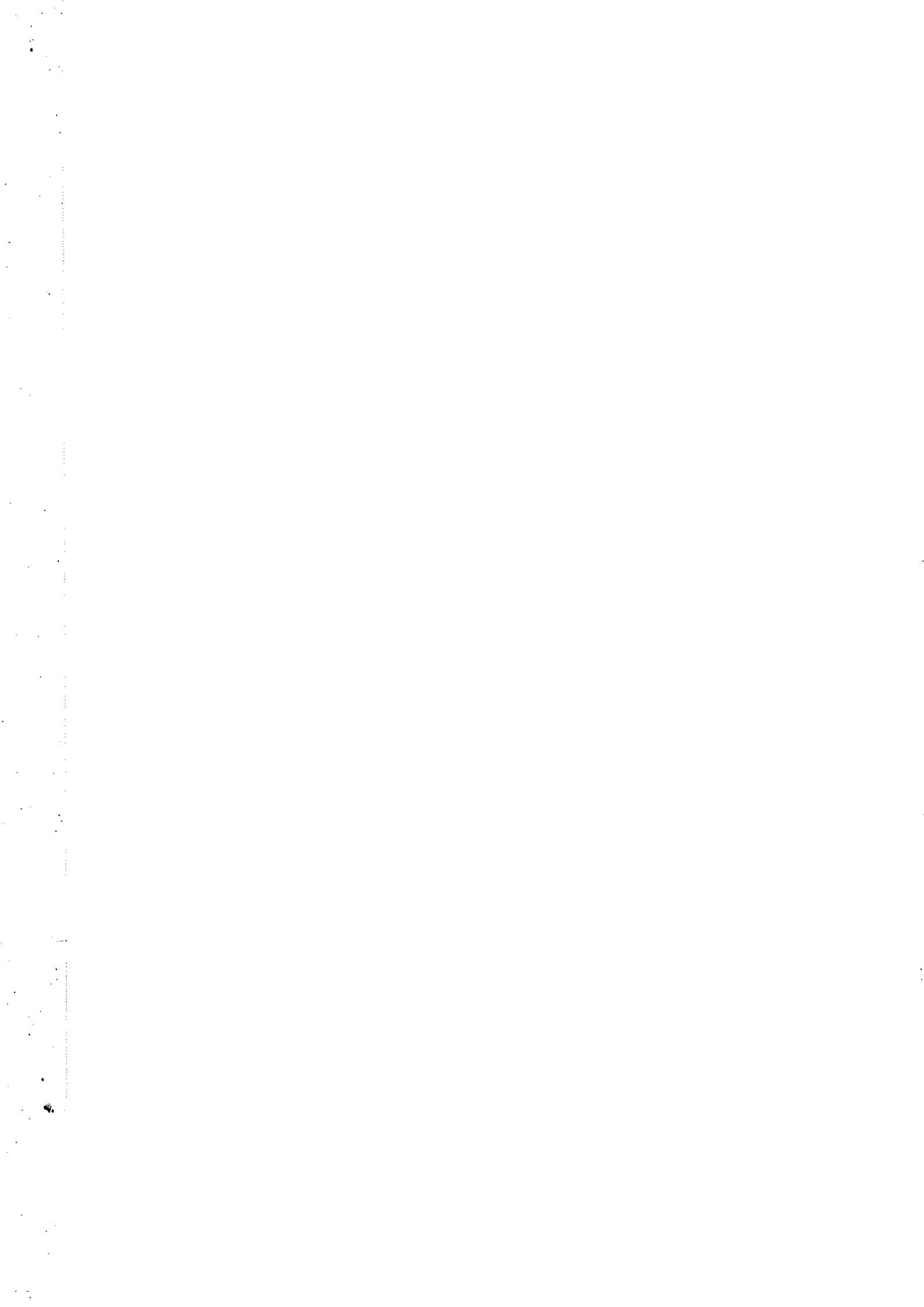
Des mollusques en immobilité permanente, avec le corps rétracté dans la coquille, ont été observés dans les trois stations, quelle que soit la date du relevé. La plupart d'entre eux se fixent à une distance assez élevée par rapport à la limite de l'eau.

3. L'infestation des limnées par *F. hepatica*.

La fréquence des mollusques avec émission varie en fonction de la population. Aucune cercaire n'a été émise par les *L. truncatula* de Saint-Martin-Terressus. Les autres en ont fourni mais le pourcentage de ces limnées est variable: 3-6 % dans la colonie de Saint-Priest-Taurion, 11-15 % dans celle de Limoges et 41 % dans celle de Saint-Gaultier.

La hauteur de la coquille est plus importante chez les témoins (5,5 à 6,2 mm) que chez les limnées avec émission (4,1 à 4,8 mm). La durée de la période prépatente se distribue entre 39,7 et 43,9 jours. Celle de la période patente est plus faible: de 5,2 à 12,7 jours.

Le nombre total de métacercaires varie selon la population: 51 par mollusque dans la colonie de Saint-Gaultier, 43,4 dans celle de Limoges et seulement 19,7 dans celle de



Saint-Priest-Taurion. Le pourcentage des kystes flottants est de 4,4 % dans deux colonies et de 13,9 % dans la population de Saint-Priest-Taurion.

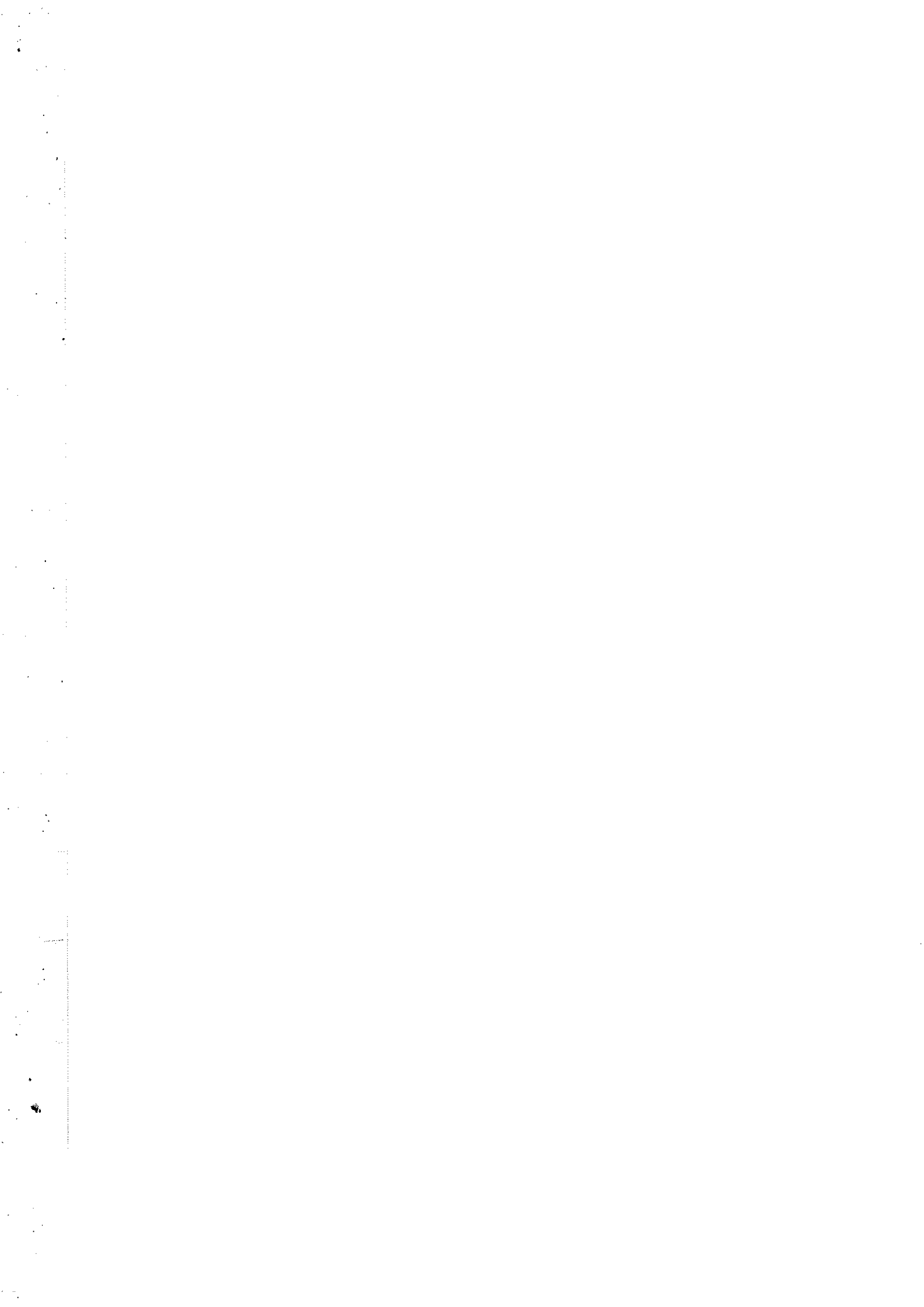
La distribution numérique des kystes par limnée et par jour ne montre pas de rythme dans la distribution des valeurs au cours de la période patente. Le nombre de limnées avec une seule vague d'émission domine dans les trois colonies et la fréquence globale de ce contingent est de 48,8 %. Les autres mollusques ont fourni leurs cercaires en deux, trois ou quatre vagues.

Les rédies présentes dans la masse viscérale des cadavres présentent de grandes variations numériques selon les limnées (18,2 en moyenne avec des extrêmes à 7 et 33).

Notre étude montre que les Limnées tronquées vivant sur les berges de rivière sont encore peu connues. Nos résultats apportent des éléments nouveaux sur l'écologie de ces colonies et démontrent que ces limnées sont des hôtes peu favorables pour le développement larvaire de *F. hepatica*. Plusieurs points méritent d'être approfondis sur le terrain comme l'évolution des pontes dans un milieu émergé et humide, l'étude des facteurs qui influent sur la diminution numérique de la population au cours de l'étiage ou encore le devenir de ces limnées lorsqu'elles sont dans un milieu immergé, sous une eau courante. Sur le plan parasitologique, il serait intéressant de rechercher l'existence d'autres parasites, notamment des formes larvaires de Trématodes chez ces limnées car ces mollusques sont en contact avec des Vertébrés aquatiques (Poissons, ...) sur plus de huit mois chaque année. Ces quelques idées montrent l'intérêt de ces mollusques sur le plan scientifique et peuvent servir de base pour des projets de recherches ultérieures.

BIBLIOGRAPHIE

- AUDOUSSET, J.C., 1989.- Contribution à l'étude des émissions cercariennes d'un parasite, *Fasciola hepatica* L., chez le Mollusque *Lymnaea truncatula* Müller. Thèse Doct. Pharmacie, Limoges, n° 304, 79 p.
- AUDOUSSET, J.C., RONDELAUD, D., DREYFUSS, G., VAREILLE-MOREL, C., 1989.- Les émissions cercariennes de *Fasciola hepatica* L. chez le Mollusque *Lymnaea truncatula* Müller. A propos de quelques observations chronobiologiques. *Bull. Soc. Fr. Parasitol.*, **7**, 217-224.
- AYADI, A., BEN RACHID, M.S., KENNOU, H., BRADAI, K., RONDELAUD, D., 1993.- Études épidémiologiques sur un foyer de distomatose à *Fasciola hepatica* L. dans les oasis de Tozeur (Tunisie). *Bull. Soc. Fr. Parasitol.*, **11**, 217-222.
- BARRET, F., 1996.- Les émissions cercariennes de *Fasciola hepatica* Linné chez le mollusque *Lymnaea truncatula* Müller. A propos de l'influence de deux facteurs. Thèse Doct. Pharmacie, Limoges, 94 p.
- BARTHE, D., RONDELAUD, D., FAUCHER, Y., VAGO, C., 1984.- Infection virale chez le Mollusque Pulmoné *Lymnaea truncatula* Müller. *C.R. Acad. Sci., D*, **298**, 513-515.
- BORAY, J.C., 1966.- Studies on the relative susceptibility of some lymnaeids to infection with *Fasciola hepatica* and *F. gigantica* and on the adaptation of *Fasciola* spp. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, **60**, 114-124.
- BORAY, J.C., 1969.- Experimental fascioliasis in Australia. *Adv. Parasitol.*, **7**, 95-210.
- BROOM, D.M., 1979.- Methods of detecting and analysing activity rhythms. *Biol. Behav.*, **1**, 3-18.



- BROWN, D.S., 1980.- Freshwater snails of Africa and their medical importance. Taylor and Francis Ltd., London, 487 p.
- BURCH, J.B., BRUCE, J.I., AMR, Z., 1989.- Schistosomiasis and malacology in Jordan. *J. Med. Appl. Malacol.*, 1, 139-164.
- CAMERON, T.W.M., 1934.- Internal parasites of domestic animals. Black éd., London.
- CHARTIER, C., 1989.- Épidémiologie de l'infestation helminthique chez les bovins en Ituri (Haut-Zaïre). Thèse Doct. Univ. Montpellier, Parasitol., 235 p.
- COMBES, C., 1968.- Biologie, écologie des cycles et biogéographie de Digènes et Monogènes d'Amphibiens dans l'est des Pyrénées. *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris, Sér. A, Zool.*, 1-195.
- DINNIK, J.A., DINNIK, B.B., 1957.- A mud snail, *Lymnaea mweruensis* Connolly as an intermediate host of both the liver flukes *Fasciola hepatica* L. and *Fasciola gigantica* Cobbold. *Rep. E. Afr. Vet. Res. Org.*, 1956/1957, 50-52.
- DREYFUSS, G., 1994.- Contribution à l'étude des émissions cercariennes et de la charge parasitaire *post-mortem* chez trois espèces de limnées infestées par *Fasciola hepatica* Linné ou par *F. gigantica* Cobbold. Thèse Doct. Univ. Limoges, Sci. Pharm., Limoges, n° 305E, 246 p.
- DREYFUSS, G., RONDELAUD, D., 1994.- *Fasciola hepatica*: a study on the shedding of cercariae from *Lymnaea truncatula* raised under constant conditions of temperature and photoperiod. *Parasite*, 1, 401-404.
- DUPERRON, F., 1994.- Les émissions cercariennes de *Fasciola hepatica* Linné et la charge parasitaire *post-mortem* chez *Lymnaea truncatula* Müller élevée sous des conditions constantes. Thèse Doct. Pharmacie, Limoges, n° 313, 96 p.
- EUZEBY, J., 1971.- Les maladies vermineuses et leurs incidences sur la pathologie humaine. Tome II. Fasc. 2. Livre 1. Vigot frères éd., Paris, 798 p.
- GERMAIN, L., 1931.- Mollusques terrestres et fluviatiles. Faune de France, tome 21. Libr. Fac. Sci. éd., Paris, 893 p.
- GRABDA-KAZUBSKA, B., 1970.- Studies on the life cycle of *Haplometra cylindracea* (Zeder, 1800) (Trematoda: *Plagiorchiidae*). *Acta Parasitol. Pol.*, 18, 497-512.
- GRASSÉ, P.P., 1968.- Traité de Zoologie. Anatomie, systématique, biologie. Tome V. Fasc. 3: Mollusques Gastéropodes et Scaphopodes. Masson et Cie éd., Paris, 1.083 p.
- HEPPLESTON, P.B., 1972.- Life history and population fluctuations of *Lymnaea truncatula* Müller, the snail vector of fascioliasis. *J. Appl. Ecol.*, 9, 235-248.

- HUBENDICK, B., 1951.- Recent *Lymnaeidae*. Their variation, morphology, taxonomy, nomenclature and distribution. *Klung, Svenska Vetenskaps. Akad. Handl.*, **3**, 1-222.
- HUNTER, W.R., 1964.- Physiological aspects of ecology in nonmarine molluscs. *In: Physiology of Mollusca*, volume 1, par WILBUR, K.M. et YONGE, C.M., éd. Academic Press, New-York/San Francisco/London, 83-126.
- JOLY, Y., 1991.- Contribution à l'étude du diagnostic sérologique de la paramphistomose bovine par la méthode ELISA. Thèse Doct. Méd. Vétérinaire, Lyon, n° 34, 193 p.
- KENDALL, S.B., 1950.- Bionomics of *Limnaea truncatula* and the parthenitae of *Fasciola hepatica* under drought conditions. *J. Helminthol.*, **23**, 57-68.
- KENDALL, S.B., 1953.- The life-history of *Limnaea truncatula* under laboratory conditions. *J. Helminthol.*, **27**, 17-28.
- KENDALL, S.B., 1965.- Relationships between the species of *Fasciola* and their molluscan hosts. *Adv. Parasitol.*, **3**, 59-98.
- KERNEY, M.P., CAMERON, R.A.D., 1979.- A field guide to the land snails of Britain and North-west Europe. Collins éd., Londres, 288 p.
- KHALLAAYOUNE, K., 1989.- Sheep fascioliasis in Morocco: epidemiology and serodiagnostic. Ph. D. Thesis, Univ. Minnessota, 196 p.
- LAMBERT, M.C., 1990.- Contribution à la biologie et à l'écophysiologie d'un *Lymnaeidae* armoricain: *Limnaea peregra* (Müller) (Mollusque, Gastéropode, Pulmoné, Basommatophore). Thèse Doct. Univ. Rennes, n° 538, 317 p.
- LEUCKART, R., 1882.- Zur Entwicklungsgeschichte des Leberegels (*Distomum hepaticum*). *Wiegmanns Arch. Naturgesch.*, **48**, 80-119.
- MAGE, C., RONDELAUD, D., 1991.- *Fasciola hepatica* ou la Grande Douve chez les bovins. Inventaire de sources d'infestation des bovins au pâturage. *Bull. Tech. G.T.V.*, n° 91-6-B-396, 77-83.
- MANGA-GONZALEZ, Y., GONZALEZ-LANZA, C., KANEV, I., 1994.- *Limnaea truncatula*, the intermediate host of some *Plagiorchiidae* and *Notocotylidae* species in Leon, NW Spain. *J. Helminthol.*, **68**, 134-141.
- MASSIAS, E. de, 1995.- Contribution à l'étude des générations annuelles chez *Limnaea truncatula* Müller (Mollusque), vecteur de *Fasciola hepatica* Linné (Trématode) en fonction de l'altitude des prairies. Thèse Doct. Méd. Vétérinaire, Lyon, n° 20, 92 p.
- MASSIAS, E. de, RONDELAUD, D., MAGE, C., GEVREY, J., 1996.- *Limnaea truncatula* Müller: une seule génération annuelle dans les prairies d'estive du Jura et des Alpes. *Bull. Soc. Fr. Parasitol.* (sous presse).



- MASSOT, M., SENOUCI-HORR, K., 1983.- Étude de la répartition de *Lymnaea truncatula* dans le Nord-est algérien et de sa réceptivité à *Fasciola hepatica*. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, **58**, 19-25.
- MEHL, S., 1932.- Die Lebensbedingungen der Leberegelschnecke (*Galba truncatula* Müller). Untersuchungen über Schale, Verbreitung, Lebensgeschichte, natürliche Feinde und Bekämpfungsmöglichkeiten. *Arb. Bayer. Landesanst. Pflanzenbau Pflanzenschutz*, **2**, 1-177.
- MOENS, R., 1974.- Bijdrage tot de oecologie van de leverbotslak, *Lymnaea truncatula* Müller. Thèse Doctorat, Fac. Landbouwwetenschappen, Gent.
- MOENS, R., 1981.- Les habitats de *Lymnaea truncatula*, hôte intermédiaire de *Fasciola hepatica*. *Rev. Agricult.*, **34**, 1563-1580.
- MOENS, R., 1991.- Factors affecting *Lymnaea truncatula* populations and related control measures. *J. Med. Appl. Malacol.*, **3**, 73-84.
- MONTEIL, J.F., 1984.- Etude expérimentale de l'organe amibocyttaire de *Lymnaea truncatula* Müller en microscopie photonique et électronique. Mémoire D.E.A. Biol. Cell. Molécul., Poitiers, 26 p.
- MONTEIL, J.F., 1992.- Les hémocytes de *Lymnaea truncatula* Müller: ultrastructure, origine et rôle dans les réactions de défense du Mollusque. Thèse Doct. Univ. Poitiers, Biol. Cell. Mol., n° 455, 96 p.
- MOREL-VAREILLE, C., 1973.- Contribution à l'étude du cycle biologique de *Lymnaea truncatula* dans le Nord-ouest du Limousin. *Rev. Méd. Vét.*, **124**, 1447-1457.
- MOUKRIM, A., 1991.- Étude écologique et éthologique de *Lymnaea truncatula* Müller et de son parasite, *Fasciola hepatica* L. dans le système d'irrigation de Tassila, province d'Agadir. Charge parasitaire et conséquences histopathologiques. Thèse Doct. ès-Sci. (Maroc), Parasitol., Agadir, n° 2, 203 p.
- MOUKRIM, A., RONDELAUD, D., 1991.- Premières données épidémiologiques sur un foyer de distomatose animale à *Fasciola hepatica* L. dans la vallée de l'Oued Massa (Maroc). *Rev. Méd. Vét.*, **142**, 839-843.
- MOUKRIM, A., EL KHABBAZ-LOFTI, B., ZEKHNINI, A., RONDELAUD, D., 1994.- *Fasciola hepatica* Linné: l'impact d'un assèchement expérimental sur les formes larvaires chez *Lymnaea truncatula* Müller. *Bull. Soc. Fr. Parasitol.*, **12**, 175-182.
- MOUTHON, J., 1979.- Structure malacologique de la rivière Aube. *Ann. Limnol.*, **15**, 299-315.

- MOUTHON, J., 1980.- Contribution à l'écologie des mollusques des eaux courantes. Esquisse biotypologique et données écologiques. Thèse Doct. ès-Sci. Biol., Paris VI, n° 412, 169 p.
- ODENING, K., BOCKHORDT, J., GRÄFNER, G., 1978.- Zur Frage der Pansenegelarten in der DDR (Trematoda: *Paramphistomidae*) und ihrer Zwischenwirtsschnecken. *Monatsh. Vet. Med.*, **33**, 179-181.
- OLLERENSHAW, C.B., 1971.- Some observations on the epidemiology of fascioliasis in relation to the timing of molluscicide applications in the control of the disease. *Vet. Rec.*, **88**, 152-164.
- OVER, H.J., 1982.- Ecological basis of parasite control: Trematodes with special reference to fascioliasis. *Vet. Parasitol.*, **11**, 85-97.
- OVIEDO SALAS, J.O., 1992.- Contribucion al estudio del ciclo biologico de *Fasciola hepatica* (Linnaeus, 1758) (Trematoda: *Fasciolidae*) a nivel de molusco hospedador intermediario en la isla de Corcega (Francia). Tesis Doct., Fac. Farm., Valencia, 336 p.
- PÉCHEUR, M., 1974.- Lutte stratégique contre la distomatose. Comptes-Rendus de Recherches, Travaux du Centre de Recherches sur les Maladies Parasitaires des Animaux Domestiques. I.R.S.I.A., Bruxelles, n° 38, 85-150.
- PFLEGER, V., 1989.- Guide des coquillages et mollusques. Hatier E.S.A., Fribourg, 191 p.
- POSTAL, J.M., 1984.- les paramphistomoses gastro-duodénales des Ruminants. Thèse Doct. Méd. Vétérinaire, Fac. Méd. Créteil, E.N.V. Alfort, n° 164, 125 p.
- PRÉVERAUD-SINDOU, M., DREYFUSS, G., RONDELAUD, D., 1994.- Comparison of the migrations of *Fasciola hepatica* sporocysts in *Lymnaea truncatula* and other related snail families. *Parasitol. Res.*, **80**, 342-346.
- PREVERAUD-SINDOU, M., SINDOU, P., RONDELAUD, D., 1989.- Nouvelles observations sur l'attraction des miracidiums de *Fasciola hepatica* L. par plusieurs espèces de limnées. *Bull. Soc. Fr. Parasitol.*, **7**, 55-60.
- ROBERTS, E.W., 1950.- Studies on the life-cycle of *Fasciola hepatica* (Linnaeus) and of its snail host, *Limnaea (Galba) truncatula* Müller in the fields and under controlled conditions. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, **44**, 187-206.
- RONDELAUD, D., 1973.- L'évolution des sporocystes de *Fasciola hepatica*, parasite de *Galba truncatula* en Limousin. *Rev. Méd. Vét.*, **124**, 1079-1090.
- RONDELAUD, D., 1974.- L'évolution des rédies de *Fasciola hepatica* L. chez *Galba truncatula* Müller en Limousin. *Rev. Méd. Vét.*, **125**, 237-250.

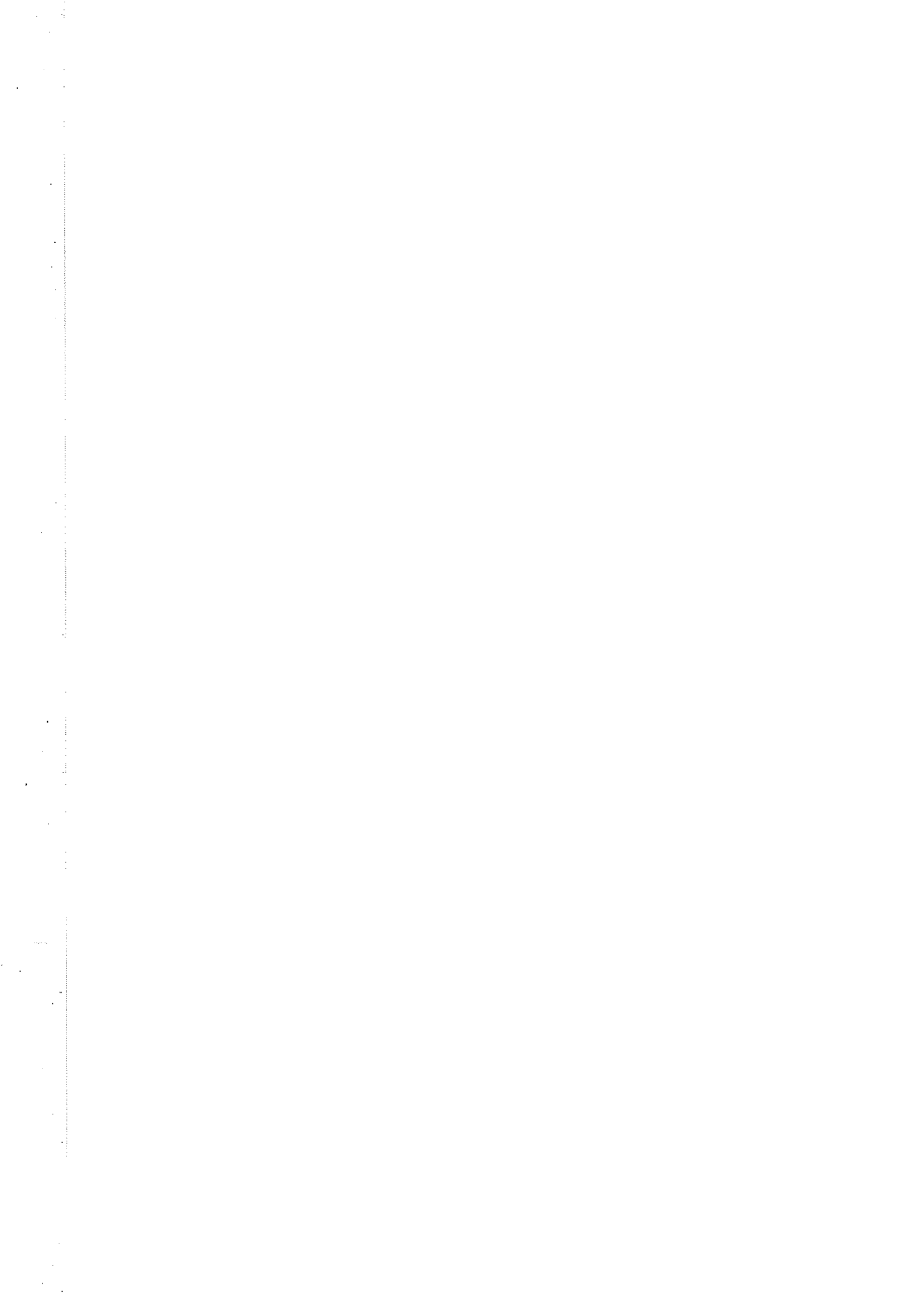


- RONDELAUD, D., 1978.- Contribution à l'étude écologique et éthologique de *Lymnaea (Galba) truncatula* Müller, vecteur de *Fasciola hepatica* L. Recherche de moyens de lutte biologique en Limousin. Thèse Doct. ès-Sci. Nat., Limoges, n° 4, 302 p.
- RONDELAUD, D., 1981.- Le contrôle biologique de *Lymnaea truncatula* Müller. Bilan d'une expérimentation de neuf années en Haute-Vienne, France. *Haliotis*, **11**, 213-224.
- RONDELAUD, D., 1993.- Variabilité interpopulationnelle de l'infestation fasciolienne chez le mollusque *Lymnaea truncatula* Müller. Influence du contact préalable de la population avec le parasite. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, **118**, 185-193.
- RONDELAUD, D., 1994.- *Fasciola hepatica*: the infection rate and the development of redial generations in *Lymnaea truncatula* exposed to miracidia after experimental desiccation and activation in water. *J. Helminthol.*, **68**, 63-66.
- RONDELAUD, D., 1995.- The characteristics of redial generations in *Lymnaea truncatula* exposed to *Fasciola hepatica* miracidia after poisoning by sublethal doses of cupric chloride. *Vet. Res.*, **26**, 21-26.
- RONDELAUD, D., BARTHE, D., 1978a.- Arguments et propositions pour une nouvelle interprétation de l'évolution de *Fasciola hepatica* L. dans *Lymnaea (Galba) truncatula* Müller. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, **53**, 201-213.
- RONDELAUD, D., BARTHE, D., 1978b.- La reconstitution de l'épithélium digestif chez *Lymnaea (Galba) truncatula* Müller infestée par les formes larvaires de *Fasciola hepatica* L. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, **53**, 255-264.
- RONDELAUD, D., BARTHE, D., 1980.- Données histopathologiques sur l'épithélium génital de *Lymnaea truncatula* Müller infestée par *Fasciola hepatica* L. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, **105**, 481-490.
- RONDELAUD, D., BARTHE, D., 1982a.- Les générations rédiennes de *Fasciola hepatica* L. chez *Lymnaea truncatula* Müller. A propos des effets de plusieurs facteurs. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, **57**, 245-262.
- RONDELAUD, D., BARTHE, D., 1982b.- Les générations rédiennes de *Fasciola hepatica* L. chez *Lymnaea truncatula* Müller. Pluralité des schémas de développement. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, **57**, 639-642.
- RONDELAUD, D., BARTHE, D., 1983.- Les modifications structurales du rein chez *Lymnaea truncatula* Müller infestée par *Fasciola hepatica* L. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, **58**, 109-116.
- RONDELAUD, D., BARTHE, D., 1987.- *Fasciola hepatica* L.: étude de la productivité d'un sporocyste en fonction de la taille de *Lymnaea truncatula*. *Parasitol. Res.*, **74**, 155-160.

- RONDELAUD, D., BARTHE, D., 1992.- Observations épidémiologiques sur l'iridovirose de *Lymnaea truncatula*, mollusque vecteur de *Fasciola hepatica*. *C.R. Acad. Sci. Paris*, **314**, III, 609-612.
- RONDELAUD, D., DREYFUSS, G., 1994.- *Fasciola hepatica*: the influence of the definitive host on the characteristics of infection in the snail *Lymnaea truncatula*. *Abstracts, I.C.O.P.A. VIII, Izmir (Turkey), 10-14 October 1994*, Vol. 2, Po 1.10 (1111), 247.
- RONDELAUD, D., DREYFUSS, G., 1995.- *Fasciola hepatica*: the influence of the definitive host on the characteristics of infection in the snail *Lymnaea truncatula*. *Parasite*, **2**, 275-280.
- RONDELAUD, D., MAGE, C., 1988.- Limnée tronquée et molluscicides. *Bull. Tech. G.T.V.*, **6**, 69-76.
- RONDELAUD, D., MAGE, C., 1990.- La fasciolose humaine et les cressonnières. *Point Vét.*, **21**, 899-903.
- RONDELAUD, D., MAGE, C., 1992.- *Lymnaea truncatula* Müller: les conséquences d'une seule génération annuelle sur les caractéristiques de l'infestation par *Fasciola hepatica* L. *Rev. Méd. Vét.*, **143**, 843-846.
- RONDELAUD, D., MOREL-VAREILLE, C., 1975.- Distribution estivale et survie des Limnées tronquées (*Lymnaea (Galba) truncatula* Müller) saines ou infestées par *Fasciola hepatica* L. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, **50**, 603-616.
- SAINT-GUILLAIN, M., 1968.- Étude histologique des premiers stades évolutifs de *Fasciola hepatica* L. *Acta Zool. Pathol. Antwerp.*, **46**, 77-132.
- SEY, O., 1972.- Investigations on the eggs, the process of embryo-formation and the structure of miracidium of *Paramphistomum daubneyi* Dinnilk, 1962. *Parasit. Hung.*, **5**, 17-38.
- SEY, O., 1979.- Life-cycle and geographical distribution of *Paramphistomum daubneyi* Dinnik, 1962 (Trematoda: Paramphistomata). *Acta Vet. Acad. Scient. Hung.*, **27**, 115-130.
- SINDOU, P., 1989.- Contribution à l'étude de la pathologie viscérale chez plusieurs espèces de limnées infestées par *Fasciola hepatica* L. Thèse Doct. Univ. Limoges, Sci. Nat., n° 16, 167 p.
- SINDOU, P., CABARET, J., RONDELAUD, D., 1991.- Survival of snails and characteristics lesions of *Fasciola hepatica* infection in four European species of *Lymnaea*. *Vet. Parasitol.*, **40**, 47-58.
- SMITH, B.J., 1989.- Traveling snails. *J. Med. Appl. Malacol.*, **1**, 195-204.



- STAT-ITCF, 1988.- Manuel d'utilisation. Institut Technique des Céréales et des Fourrages, Service des Études Statistiques, Boigneville, 210 p.
- STYCZYNSKA-JUREWICZ, E., 1965.- Adaptation of eggs and larvae of *Fasciola hepatica* to the conditions of astatic habitats of *Galba truncatula*. *Acta Parasitol. Pol.*, **13**, 151-170.
- SZMIDT, V., 1993.- L'impact du parasitisme sur les neurones ganglionnaires de *Lymnaea truncatula* Müller infestée par *Fasciola hepatica* Linné et par *Muellerius capillaris* Müller. Relations avec la pathologie viscérale. Mémoire D.E.A. Interactions Hôte-Parasites, Créteil, 53 p.
- SZMIDT-ADJIDÉ, V., RONDELAUD, D., DREYFUSS, G., 1995a.- Premières données sur l'infestation naturelle de *Lymnaea truncatula* Müller par *Paramphistomum daubneyi* Dinnik dans le département de la Haute-Vienne. *Bull. Soc. Fr. Parasitol.*, **12**, 183-188.
- SZMIDT-ADJIDÉ, V., RONDELAUD, D., DREYFUSS, G., CABARET, J., 1995b.- The effect of parasitism by *Fasciola hepatica* and *Muellerius capillaris* on the nerve ganglia of *Lymnaea truncatula*. *J. Invertebr. Parasitol.* (sous presse).
- TAYLOR, E.L., 1965.- Fascioliasis and the liver-fluke. *F.A.O. Agricultural Studies*, n° 64, 235 p.
- THOMAS, A.P., 1883.- The natural history of the liver fluke and the prevention of rot. *J. Roy. Agric. Soc. Engl.*, **19**, 276-305.
- TOUASSEM, R., COMBES, C., 1986.- Comparative analysis of *Schistosoma mansoni* and *Schistosoma bovis* cercarial production under the influence of praziquantel. *Z. Parasitenkd.*, **72**, 345-351.
- VALA, J.C., 1973.- Étude écologique du parasitisme des mollusques de la Mosson, hôtes intermédiaires de Trématodes. Thèse Doct. 3° cycle Parasitol., Montpellier, n° 1455, 174 p.
- VAREILLE, L., 1996.- Les caractéristiques des gîtes à limnées dans le département de la Haute-Vienne. Étude de leur infestation par *Fasciola hepatica* Linné. Thèse Doct. Pharmacie, Limoges, 123 p.
- VASSILEV, I., SAMNALIEV, P., 1978. - Razvitie na *Paramphistomum microbothrium* Fiscoeder, 1901 v mezhdinen gostopriemnik *Galba truncatula*. *Helmintologiya*, **6**, 13-30.
- VILLEGER, M., 1995.- Premières observations sur l'écologie et l'éthologie de *Lymnaea truncatula* Müller dans un système d'irrigation à Salon-de-Provence. Thèse Doct. Pharmacie, Limoges, n° 306, 76 p.



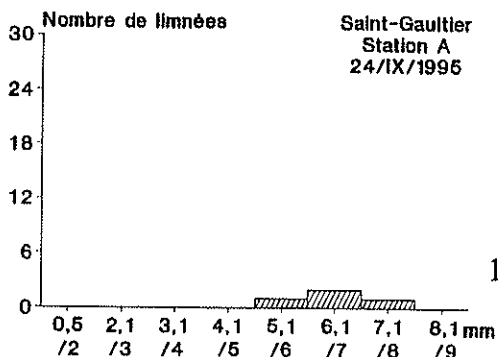
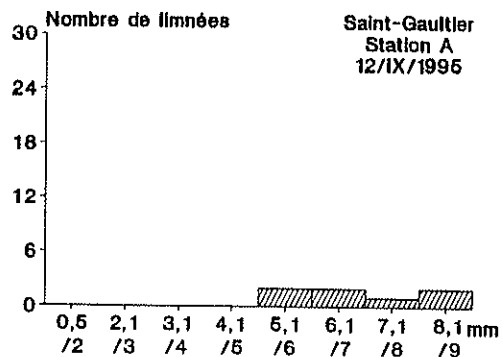
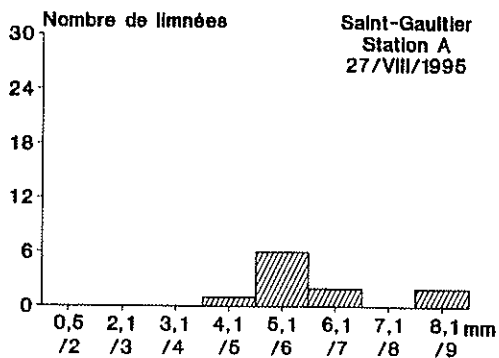
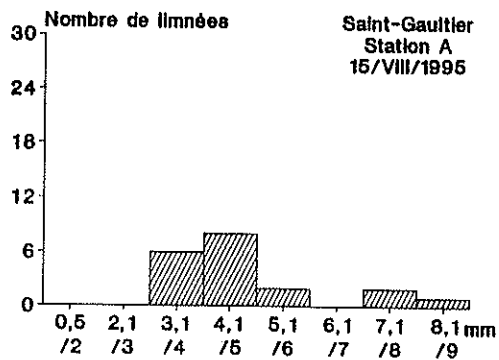
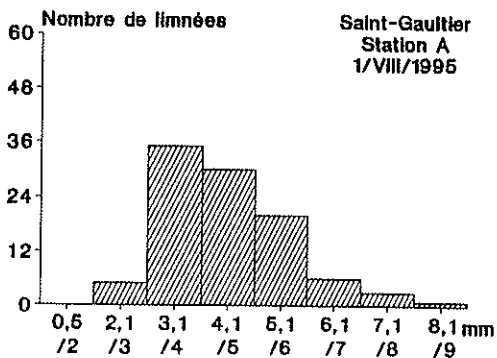
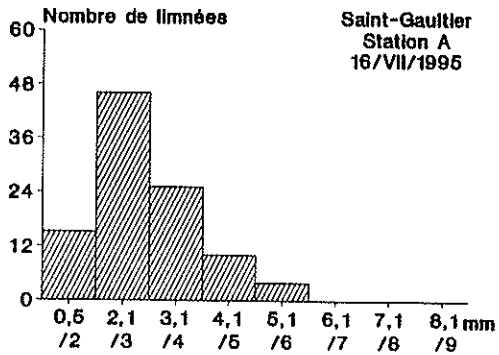
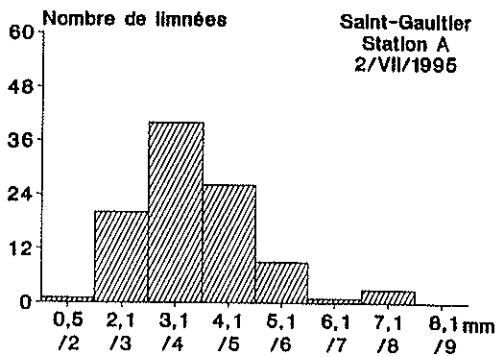
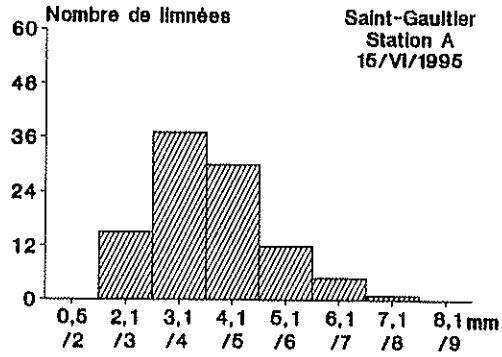
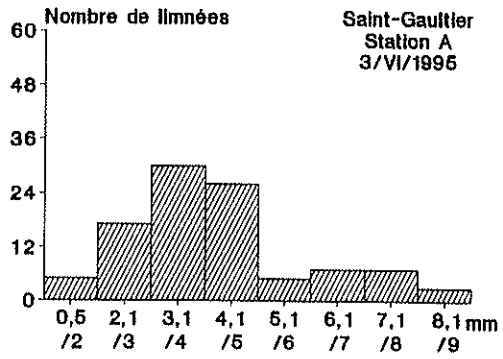
- VILKS, A., 1974.- Contribution à l'étude phytogéographique du département de la Haute-Vienne. Thèse Doct. 3^e cycle Biogéogr., Toulouse, n° 1565, 127 p.
- VILKS, A., 1991.- Analyse chorologique de la flore vasculaire du Limousin. Thèse Doct. ès-Sci. Nat., Limoges, n° 36, 241 p.
- WALTON, C.L., JONES, W.N., 1926.- Further observations on the life history of *Limnaea truncatula*. *Parasitology*, **18**, 144-147.
- YI, X.M., COMBES, C., 1987.- Effect of praziquantel on larval stages of *Schistosoma japonicum*. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, **81**, 645-650.



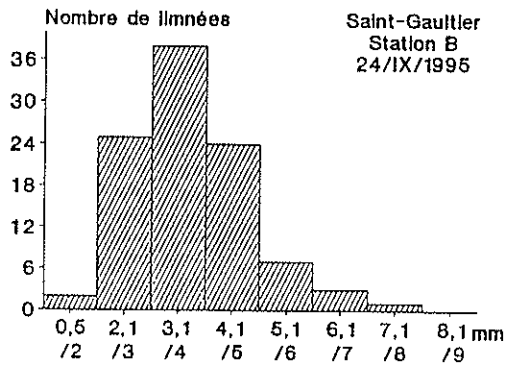
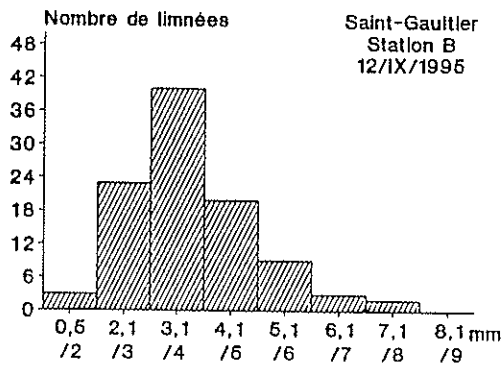
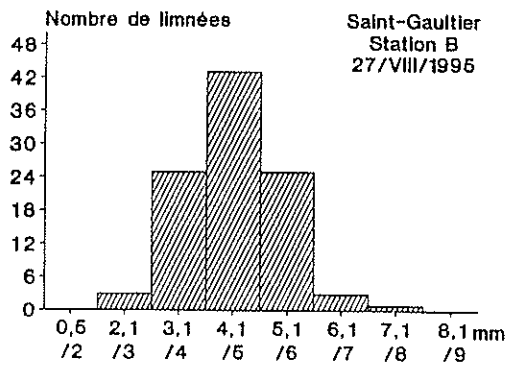
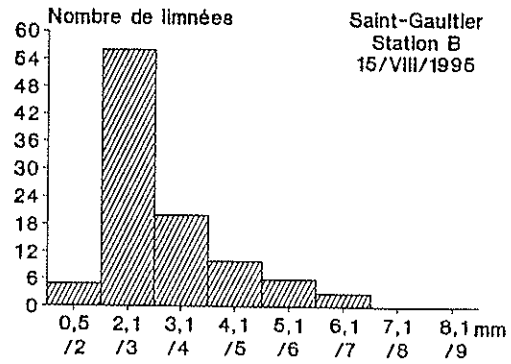
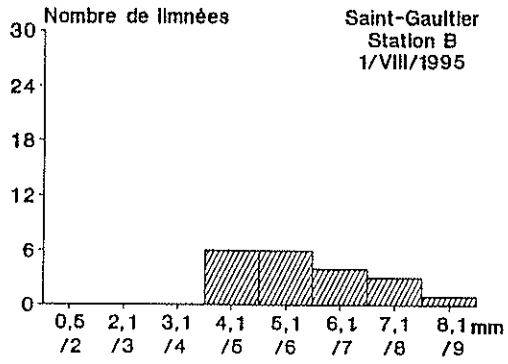
ANNEXE

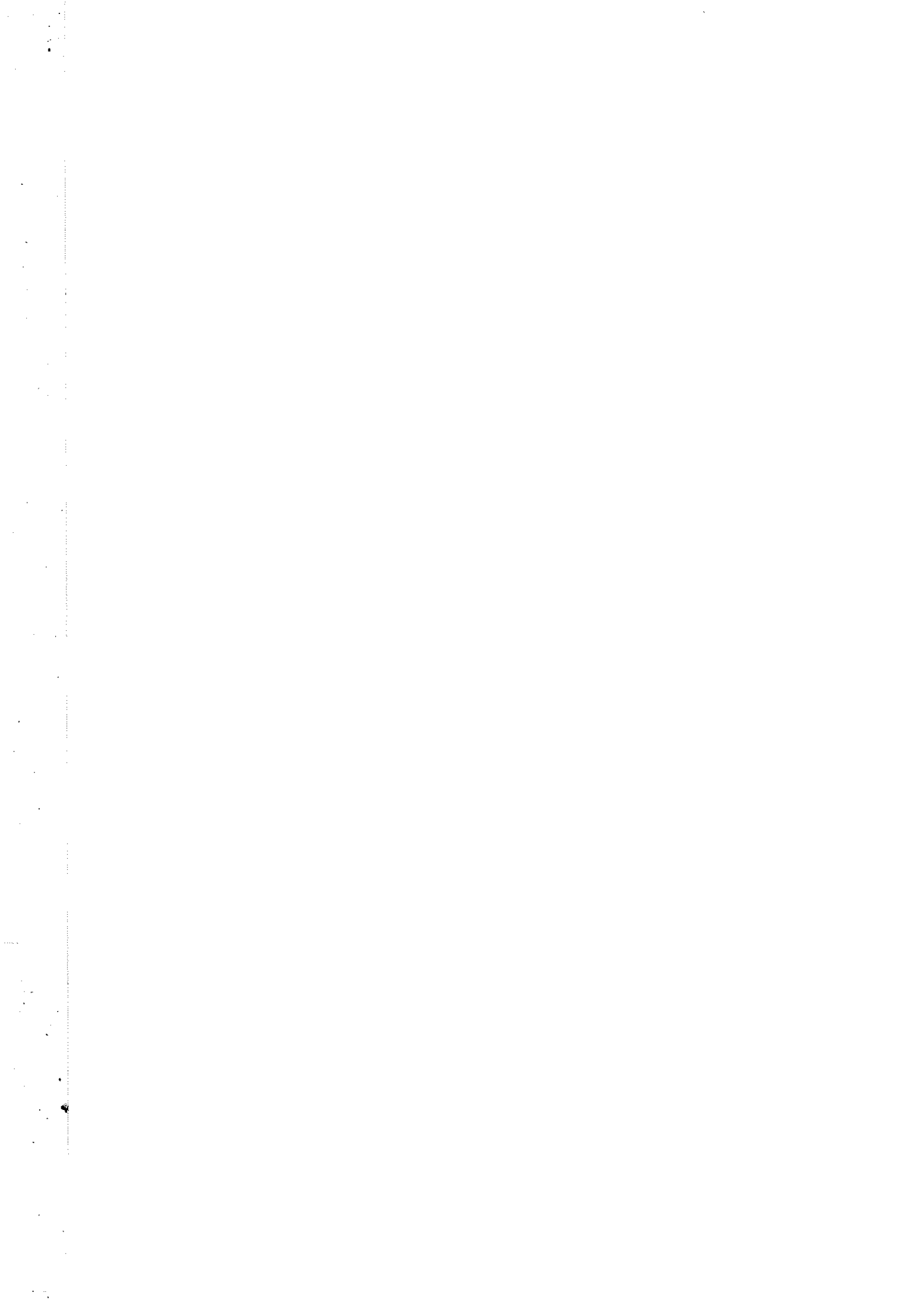
Répartition des mollusques en fonction
de la hauteur de la coquille:

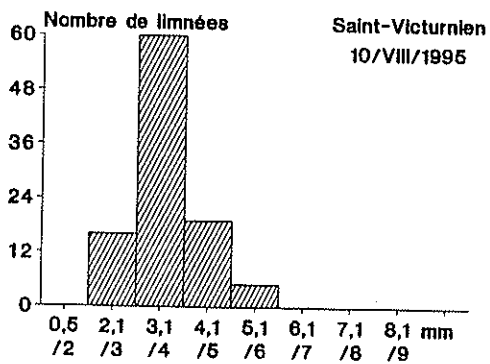
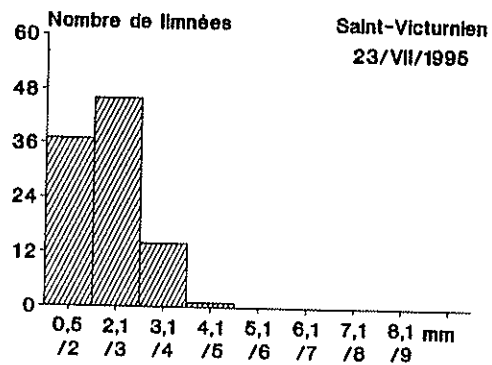
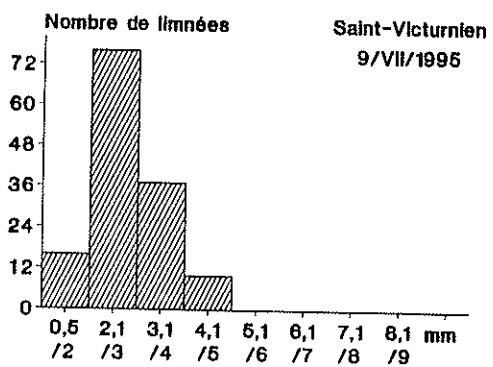
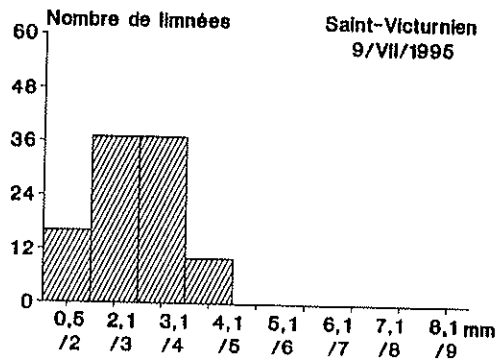
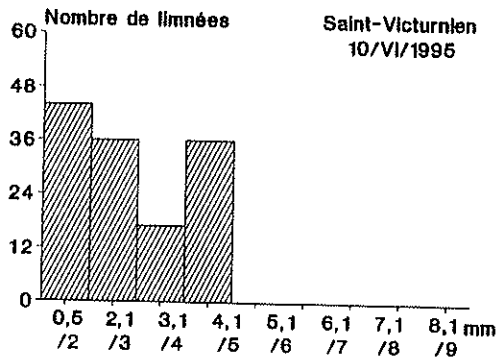
- Station A de Saint-Gaultier, Indre.
- Station B de Saint-Gaultier, Indre.
- Station de Saint-Victurnien, Haute-Vienne.













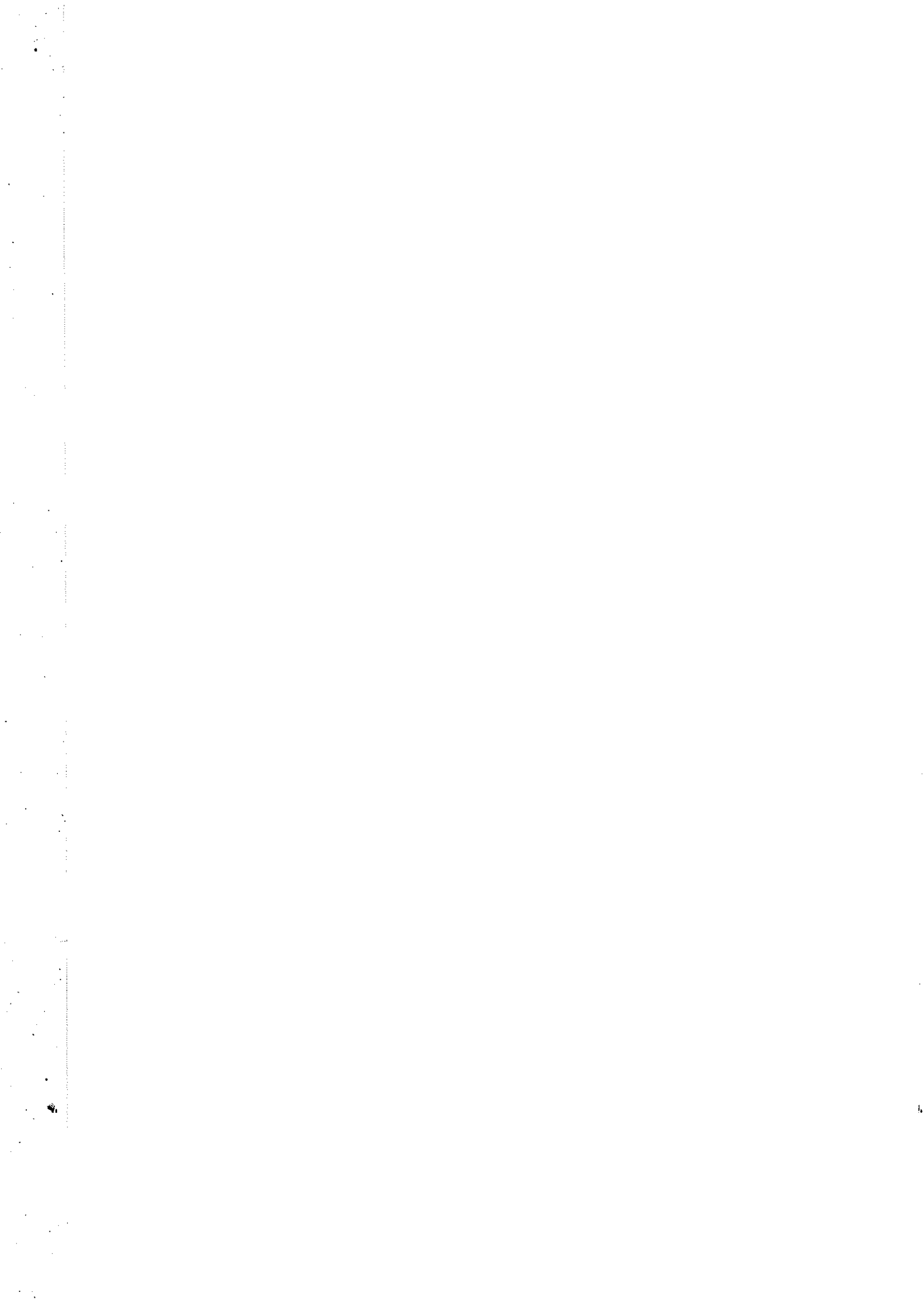
BOY A IMPRIMER N° 8

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE

Vu, le Doyen de la Faculté

VU et PERMIS D'IMPRIMER

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ



Titre: ÉTUDE ÉCO-ÉTHOLOGIQUE DES POPULATIONS DE *Lymnaea truncatula* Müller
VIVANT LE LONG DES RIVIÈRES. LEUR INFESTATION PAR *Fasciola hepatica*
Linné. Par Carole LACOURARIE.

Des investigations ont été réalisées en 1994 et 1995 sur deux rivières (la Creuse, la Vienne) afin de recenser les gîtes à Limnées tronquées présents sur deux secteurs. Vingt-sept stations ont montré la présence du mollusque sur 10 km de la Creuse, entre Saint-Gaultier et Argenton-sur-Creuse (Indre) mais on note de grandes variations dans l'abondance de la limnée, avec 21 habitats contenant moins de 50 limnées et les six autres avec un effectif supérieur. Neuf gîtes ont été retrouvés sur les 25 km de la Vienne. Les effectifs dépassent 100 limnées dans un gîte et moins de 50 limnées dans les huit autres.

Des observations ont été effectuées en 1995 dans trois stations situées sur ces cours d'eau. Une génération annuelle a été mise en évidence dans les deux stations de Saint-Gaultier (Indre) et deux à Saint-Victorien. La hauteur de la coquille est nettement plus faible dans la dernière station que dans les deux premières (4 à 5 mm au lieu de 9 mm).

La distance verticale des mollusques par rapport au niveau de l'eau est assez importante dans le cas de deux stations jusqu'à la mi-juillet et est plus faible (2 à 5 cm) lors des relevés ultérieurs. Dans la station B de Saint-Gaultier, la distance des mollusques par rapport à l'eau est faible en août et septembre. Des mollusques en immobilité permanente, avec le corps rétracté dans la coquille, ont été observés dans les trois stations, quelle que soit la date du relevé. La plupart d'entre eux se fixent à une distance importante par rapport à la nappe d'eau.

Enfin, des infestations expérimentales ont été pratiquées sur ces colonies afin de vérifier le rôle de ces limnées comme hôtes intermédiaires dans le cycle de *F. hepatica*. La fréquence des mollusques avec émission varie en fonction de la population. Le nombre total de métacercaires varie selon la population: 19,7 à 51 par mollusque selon la colonie. Le pourcentage des kystes flottants est de 4,4 % dans deux colonies et de 13,9 % dans la population de Saint-Priest-Taurion.

Mots clés: Écologie. Éthologie. *Fasciola hepatica*. Haute-Vienne. Indre. *Lymnaea truncatula*. Mollusques. Trématodes.